

ÚTBETONOK, TÉRBETONOK, IPARI PADLÓK

Dr. Kausay Tibor

2017. november

Forgalmi terhelési osztály. Az útpályaszerkezetek méretezéséhez használt kategória, amely az út tervezési időszaka alatt azon áthaladó 100 kN-os egységtengelyek millió db egységben megadott számával hat csoportba sorolva jellemzi az út várható forgalmi terhelését. A 2011-ben érvényes útügyi műszaki előírás (ÚT 2–1.202:2005 „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése”) szerint ezek:

Forgalmi terhelési osztály		Tervezési élettartam alatt áthaladó 100 kN-os egységtengelyek áthaladási száma [millió db]
jele	**neve**	
A	Nagyon könnyű	0,1
B	Könnyű	0,1–0,3
C	Közepes	0,3–1,0
D	Nehéz	1,0–3,0
E	Nagyon nehéz	3,0–10,0
K	Különösen nehéz	10,0–30,0
R	Rendkívül nehéz	>30,0

Tervezési forgalom fogalma

A tervezési élettartam alatt az úton egyik irányban, a mértékadó forgalmi sávban áthaladó, 100 kN-os súlyú egységtengelyek száma, amelyet az e-UT 06.03.13 és e-UT 06.03.15 útügyi műszaki előírás együttes alkalmazásával kell meghatározni. Jele: *TF.*

Tervezési élettartam

A tervezési élettartam ajánlott értéke:

- **autópályákon és főutakon: *t = 40 év,***
- **egyéb utakon: *t = 30 év.***

Olyan közművezetékek felett, amelyek felbontására lehet számítani, betonburkolatot építeni nem ajánlott.

MSZ EN 13877-1:2013 Betonburkolatok. 1. rész: Anyagok

5.3.2. Mechanikai szilárdság

A próbatestek mechanikai szilárdságának az értékelésére a következő módszerek egyikét kell választani:

– nyomószilárdság az EN 12390-3 szabványnak megfelelően;

– hasító-húzó szilárdság az EN 12390-6 szabványnak megfelelően;

– hajlítószilárdság az EN 12390-5 szabványnak megfelelően.

Amikor követelmény:

– a nyomószilárdsági osztályt az EN 206-1 szabvány szerint kell kiválasztani és előírni;

– a hasító-húzó szilárdsági osztályt az 1. táblázat szerint kell kiválasztani és előírni;

– a hajlítószilárdsági osztályt a 2. táblázat szerint kell kiválasztani és előírni.

Típusvizsgálat (Próbakeverés) | Kezdeti gyártás | Folyamatos gyártás | Átadás-átvétel | Igénybevétel

Gyártásra előkészítés | Gyártás | Szállítás | Elhelyezés Bedolgozás Utókezelés

$>> f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$> f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$> f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$f_{ck,is,cyl\ \varnothing 150\times 300} = (\gamma_{C,red4}/\gamma_C)\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = \eta\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

$\alpha_{CC} = 0{,}85$

$\gamma_C = 1{,}5$

$\eta = 0{,}85$

$\gamma_{C,red4} = 1{,}3$

$(1-\eta)\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = 0{,}15\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

Szerkezetbe beépített beton

$(1-(\alpha_{CC}/\gamma_C))\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = 0{,}433\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

Nyomószilárdság tervezési értéke

$\sigma_{cu} \leq f_{cd,cyl\ \varnothing 150\times 300} = (\alpha_{CC}/\gamma_C)\times f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})\times f_{ck,is,cyl\ \varnothing 150\times 300}$

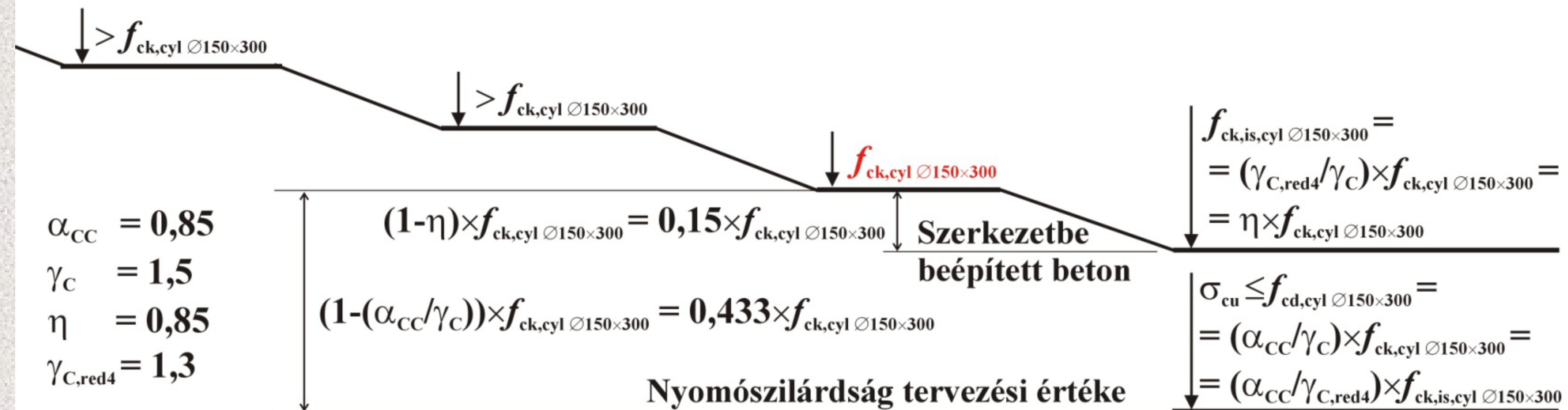


α_{cc} = tartós szilárdság tényezője
γ_c = biztonsági (parciális) tényező
η = beépített beton szilárdsági tényezője
$\gamma_{c,red4} = \eta\times\gamma_c$ = csökkentett biztonsági tényező



Az összefüggések abban az esetben érvényesek, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans érték).

Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton nyomószilárdsága előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint



α_{cc} = tartós szilárdság tényezője
γ_c = biztonsági (parciális) tényező
η = beépített beton szilárdsági tényezője
$\gamma_{c,red4} = \eta\times\gamma_c$ = csökkentett biztonsági tényező

Az összefüggések abban az esetben érvényesek, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans érték).

Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton nyomószilárdsága előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ Ø150×300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Az útbetonok tulajdonságaival Magyarországon az Út- és Vasútügyi Társaság (MAÚT) következő útügyi műszaki előírásai (UME) foglalkoznak:

- **e-UT 06.03.15:2016 *„Betonburkolatú és kompozitburkolatú útpályaszerkezetek méretezése”* 2016. október, tervezet (Jelenleg érvényes verzió: e-UT 06.03.15:2006)**

  Tárgya a *hézagolt, vasalatlan pályatáblákból* álló betonburkolatú és *kompozitburkolatú* pályaszerkezetek *méretezése*.

- **e-UT 06.03.31:2016 *„Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények”* 2016. október, tervezet (Jelenleg érvényes verzió: e-ÚT 06.03.31:2006)**

  Tárgya a beton pályaburkolatok szerkezeti kialakítása, *a pályaburkolati betonok összetételének tervezése, a beton pályaburkolatok minőségi követelményei,* építési előírásai, kivitelezése, ellenőrzése és minősítése. Ezt az útügyi műszaki előírást kell alkalmazni a *hézagokkal betontáblákra osztott*, beton pályaburkolatokhoz.

Alkalmazásukat, mint szerződéses mellékletet ajánlják a hazai úthálózat építési és felújítási munkáihoz.

Kompozitburkolat

A kompozitburkolat, az e-UT 06.03.34 szerint, a folytonos vasalású teherviselő betonlemez és az arra kerülő nagymodulusú aszfalt kopóréteg megnevezése. A folytonos vasalású beton szilárdsági osztálya C30/37, a nagymodulusú aszfaltkeverék típusjele pedig SMA 11 (mF).

A kompozitburkolat építése az E–R forgalmi terhelési osztályokban javasolt.

Pályaburkolati beton

A pályaburkolat betonját az e-UT 06.03.31 útügyi műszaki előírás szerint kell megnevezni. A szilárdságon alapuló minősítés négy terméket különböztet meg: CP4,5/3,5 (helyesen CP4,5/3, mert a két érték hányadosa: 1,5)**, CP4/2,7, CP3,5/2,4 és CP3/2.**

Kopóbeton rétege CP4,5/3,5 (helyesen CP4,5/3) minőségű betonból építhető.

A betonburkolat tervezési szilárdsági osztálya az e-UT 06.03.31 útügyi műszaki előírás szerinti CP4/2,7 (általában a D-R forgalmi terhelési osztályban) vagy CP3,5/2,4 (általában a A-C forgalmi terhelési osztályban).

A mosott felületképzésű betonburkolat alsó rétege CP4/2,7, felső, kopóbeton rétege CP4,5/3,5 minőségű betonból építhető.

A CP3/2 termék közforgalmú utakra és térburkolatokra nem javasolt.

Az e-UT 06.03.15:2016 és e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás a pályaburkolati betonokat CP betűkkel (Concrete Pavement) és a hajlító-húzó szilárdság (150×150×600 mm méretű gerendán, 28 napos korban vizsgálva) és a hasító-húzó (kifúrt hengeren, 28 napos korban vizsgálva) szilárdság *jellemző értékével* jelöli. A szilárdsági osztályok előírt értékei az *MSZ EN 13877-1:2013* és az *MSZ EN 13877-2:2013* szabványt követik.

9.13. *táblázat.* A megszilárdult beton vizsgálatai és a próbatestek

Vizsgálat	Próbatest és mérete [mm]		
	s kocka	s gerenda	m henger
Nyomószilárdság	s 150×150×150		m, á Ø 150×150
Hajlító-húzószilárdság		s 150×150×600	
Hasító húzószilárdság			m, s ~~Ø 150×300~~ → Ø150×150
Buborék eloszlás	s 150×150×150		

s = sablonban készített, **víz alatt tárolt** próbatest

m = fúrt, **vegyesen tárolt (légszáraz)** maghenger

á = a Ø150×**150** mm méretű fúrt, **vegyesen tárolt (légszáraz)** maghengeren mért nyomószilárdságot át kell számítani a Ø150×**300** mm méretű, **víz alatt tárolt** próbatest nyomószilárdságára ($f_{c,is,cyl,\varnothing 150\times 150,H} = 1{,}04\times f_{c,cyl,\varnothing 150\times 300}$, azaz $0{,}96\times f_{c,is,cyl,\varnothing 150\times 150,H} = f_{c,cyl,\varnothing 150\times 300}$)

Forrás: ***Dr. Keleti Imre***, **szerkesztő (2012) →**



MSZ EN 13877-2:2013 szabvány 1. táblázata
és az e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás 5. táblázata

A nyomószilárdság korrekciós tényezői
a fúrt minták hosszúság/átmérő aránya szerint

Hosszúság/átmérő aránya	Nyomószilárdsági korrekciós tényező
1,00	1,00
1,25	1,07
1,50	1,12
1,75	1,16
2,00	1,18

Például: $f_{c,is,cyl,H,Ø150×300} = (1/1,18)×f_{c,is,cyl,H,Ø150×150}$

Különböző eredetű, alakú és méretű próbatesteken mért nyomószilárdságok átszámítása:

a) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø150×300,H} = (1/1{,}18)×f_{c,is,cyl,Ø150×150,H}}$ MSZ EN 13877-2:2013, előző diakocka

b) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø150×300,H} = (1/1{,}18)×f_{c,is,cube,150}}$ 0,82/0,97 = 1/1,18 → MSZ 4798:2016

c) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø150×150,H} = f_{c,is,cube,150}}$ a) és b) összefüggésből

d) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø150×300,H} = 0{,}85×f_{c,cyl,Ø150×300,H}}$ η = 0,85 → MSZ EN 13791:2007

e) $\boldsymbol{f_{c,is,cube,150} = 0{,}85×f_{c,cube,150}}$ η = 0,85 → MSZ EN 13791:2007

f) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø150×150,H} = 0{,}85×f_{c,cube,150}}$ c) és e) összefüggésből

g) $\boldsymbol{f_{c,cyl,Ø150×300} = 0{,}82×f_{c,cube,150}}$ 0,82 = 0,97/1,18 → MSZ 4798:2016

h) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø150×150,H} = 1{,}04×f_{c,cyl,Ø150×300}}$ 0,85/0,82 = 1,04 → f) és g) összefüggésből

i) $\boldsymbol{f_{c,cyl,Ø150×300} = 0{,}85/1{,}04×f_{c,cube,150} = 0{,}82×f_{c,cube,150}}$

Ellenőrzés az f) és h) összefüggésből, amely az i) = g) összefüggést eredményezi.

j) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø150×150,H} = 0{,}91×f_{c,is,cyl,Ø100×100,H}}$ α_{ci} = 0,91 → *Halász István* (1982)

k) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø100×100,H} = 0{,}93×f_{c,cube,150}}$ 0,85/0,91 = 0,93 → f) és j) összefüggésből

l) $\boldsymbol{f_{c,is,cyl,Ø100×100,H} = 1{,}14×f_{c,cyl,Ø150×300}}$ 1,04/0,91 = 1,14 → h) és j) összefüggésből

m) $\boldsymbol{f_{c,cyl,Ø150×300} = 0{,}93/1{,}14×f_{c,cube,150} = 0{,}82×f_{c,cube,150}}$

Ellenőrzés a k) és l) összefüggésből, amely az m) = g) összefüggést eredményezi.

A fenti összefüggésekbe f_c helyett f_{ci} vagy f_{cm} írható. Abban az esetben, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans), akkor az f_c helyett f_{ck} is írható.

Valamennyi f_c, illetve f_{ci}, f_{cm}, f_{ck} nyomószilárdság érték alatt tapasztalati, mért érték, azaz $f_{c,test}$, illetve $f_{ci,test}$, $f_{cm,test}$, $f_{ck,test}$ értendő (csak fenn az egyszerűség kedvéért nincs a „test” index kiírva).

Különböző eredetű, alakú és méretű próbatesteken mért nyomószilárdságok átszámítása:

a) $f_{c,is,cyl,Ø150×300,H} = (1/1{,}18)×f_{c,is,cyl,Ø150×150,H}$ MSZ EN 13877-2:2013, előző diakocka

b) $f_{c,is,cyl,Ø150×300,H} = (1/1{,}18)×f_{c,is,cube,150}$ 0,82/0,97 = 1/1,18 → MSZ …98:2016

c) $f_{c,is,cyl,Ø150×150,H} = f_{c,is,cube,150}$ …ggésből

d) $f_{c,is,cyl,Ø150×300,H} = 0{,}85×f_{c,cyl,Ø150×300,H}$ …1:2007

e) $f_{c,is,cube,150} = 0{,}85×f_{c,cube,150}$ …:2007

f) $f_{c,is,cyl,Ø150×150,H}$ = 0… …ésből

g) $f_{c,cyl,Ø150×300}$ = 0,82… …2016

h) $f_{c,is,cyl,Ø150×150,H}$ = 1,… …sből

i) $f_{c,cyl,Ø150×300}$ = 0,85/1,…

Ellenőrzés… …zi.

j) $f_{c,is,cyl,Ø150×150,H}$ = 0,91… …)

k) $f_{c,is,cyl,Ø100×100,H}$ = 0,93…

l) $f_{c,is,cyl,Ø100×100,H}$ = 1,14×… …összefüggésből

m) $f_{c,cyl,Ø150×300}$ = 0,93/1,14…

Ellenőrzés a k… …mely az m) = g) összefüggést eredményezi.

is = in situ (eredeti helyén),
de ha fúrt magminta,
akkor jelölik core-nak is,
core = mag

A magminta nyomószilárdság jellemző értékének CC jele bizonyára a „Concrete core” vagy a „Compressive strength classes of cores” kifejezésből származik.

A fenti összefüggésekbe f_c he… f_{ci} vagy f_{cm} írható. Abban az esetben, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans), akkor az f_c helyett f_{ck} is írható.

Valamennyi f_c, illetve f_{ci}, f_{cm}, f_{ck} nyomószilárdság érték alatt tapasztalati, mért érték, azaz $f_{c,test}$, illetve $f_{ci,test}$, $f_{cm,test}$, $f_{ck,test}$ értendő (csak fenn az egyszerűség kedvéért nincs a „test” index kiírva).

A kész pályaburkolati betonok jellemző szilárdságának követelményei a szilárdsági osztályok szerint

CP4,5/3 → CP4,5/3,5

Megnevezés			Jel (MSZ EN szerint)	CP4,5/3,5	CP4/2,7	CP 3,5/2,4	CP 3/2
				beton pályaburkolatok szilárdsági osztálya szerinti szilárdsági követelmények [N/mm²]			
Húzószilárdság	MSZ EN 13877-1 szerint	150×150×600 mm-es gerendán hajlítással, 28 napos korban vizsgálva (sablonban készült)	F ($f_{ctk,fl}$)	4,5	4	3,5	3
		~~Ø 150/300 mm~~ (Ø150×150 mm) 28 napos henger, hasítással vizsgálva (sablonban készült)	S ($f_{ctk,sp}$)	3,5	3 (3,1)	2,7	2,4
	MSZ EN 13 877-2 szerint	kifúrt hengeren (Ø150×150 mm), 28 napos korban, hasítással vizsgálva	SC ($f_{ctk,is,sp}$)	3,2 (3,0)	2,7	2,4	2,0
Nyomószilárdság		kifúrt Ø 150/300 (150) mm-es hengeren, 28 napos korban nyomásra vizsgálva (a szabvány szerinti korrekciós tényezővel)	CC ($f_{ck,cyl}$)	33 (35); CC: 36,6	30; CC: 30,9	25; CC: 26,1	20; CC: 20,8
		150 mm-es élhosszúságú kockán, 28 napos korban nyomásra vizsgálva (sablonban készült)	C ($f_{ck,cube}$)	40 (45)	37	30	25
MSZ 4798:2016 szerinti nyomószilárdsági osztály:				C35/45	C30/37	C25/30	C20/25

Ez a táblázat (fekete betűs) lényegében azonos az e-UT 06.03.31:2016 tervezet útügyi műszaki előírás 4. táblázatával.

$$f_{ctk,sp} = 0,785 \times f_{ctk,fl} = (1/0,85) \times f_{ctk,sp,is}$$

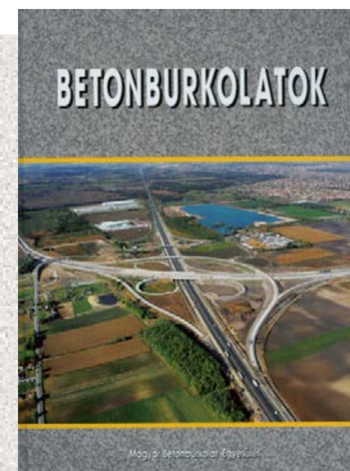
$$f_{ctk,sp,is} = 0,667 \times f_{ctk,fl}$$

$$f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 6,736 \times e^{0,564 \times f_{ctk,is,sp}}$$

$$f_{c,cyl,Ø150\times300} = (1/1,04) \times f_{c,is,cyl,Ø150\times150,H} = 6,477 \times e^{0,564 \times f_{ctk,is,sp}}$$

Véleményem szerint a piros színnel írt értékek a helyesek.

Forrás: *Dr. Keleti Imre*, szerkesztő (2012.) →



e-UT 06.03.31:2016 Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények

3. táblázat: A burkolati betonok tervezési követelményei (Tervezet)

Megnevezés — Pályaburkolati beton jele	CP4,5/3,5 CP4,5/3	CP4/2,7	CP3,5/2,4	CP3/2
Hajlító-húzó szilárdság várható értéke 28 napos korban, 150×150×600 mm méretű, vízzel telített gerenda próbatesteken, N/mm² ha n = 3, $f_{ctm,fl} = f_{ctk,fl} + 2{,}92 \times 0{,}33$[a)], ahol $t_{Student,\ n=3} = 2{,}92$	6,5 5,5	5,3 5,0	4,6 4,5	4,0
Hasító-húzó szilárdság várható értéke 28 napos korban, 150 mm átmérőjű és 150 mm magasságú, fúrt magból kialakított, légszáraz henger próbatesteken *), N/mm² ha n = 3, $f_{ctm,sp} = f_{ctk,sp} + 2{,}92 \times 0{,}27$[b)], ahol $t_{Student,\ n=3} = 2{,}92$	5,0 3,8	4,0 3,5	3,6 3,2	3,2 2,8
Nyomószilárdság várható értéke 28 napos korban, 150×150×150 mm méretű, vízzel telített próbakockákon, , N/mm² ha n = 3, $f_{cm,cube} = f_{ck,cube} + 2{,}92 \times 3$, ahol $t_{Student,\ n=3} = 2{,}92$	50 54	45 46	40 39	33 34
Nyomószilárdság várható értéke 28 napos korban, 150 mm átmérőjű és ~~150 mm~~ 300 mm magasságú, vízzel telített próbahengereken, N/mm² ha n = 3, $f_{cm,cyl} = 0{,}82 \times f_{cm,cube}$	45 44	40 38	34 32	28
Beton megengedett legkisebb cementtartalma**) ***), kg/m³	370	350	330	300
Beton megengedett legnagyobb víz-cement tényezője****)	0,38	0,43	0,45	0,47
Adalékanyag megkövetelt legnagyobb szemnagysága, mm	8, 11	8*), 16, 22, 32		
Adalékanyag zúzott anyagrészének mennyisége legalább, tömeg%	100	50	40	30
Megszilárdult betonban a távolsági tényező legfeljebb, mm*****)	0,19 0,18	0,22		

A húzószilárdság számításba vehető legkisebb szórása legyen a nyomószilárdság számításba vehető legkisebb szórásához (3,0 N/mm²) arányosítva:

a) hajlító-húzószilárdság esetén 0,33 N/mm²
b) hasító-húzószilárdság esetén 0,27 N/mm²

és így az alulmaradási tágasság n = 3 esetén:

a) hajlító-húzószilárdság esetén 1,0 N/mm²
b) hasító-húzószilárdság esetén 0,8 N/mm²

A 4 mm feletti szemeket illetően

A 4 mm alatti szemek legalább 50 tömegszázaléka homok (nem zúzott).

Véleményem szerint a piros színnel írt értékek a helyesek.

Megjegyzések az előző diakockán lévő (e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás 3. táblázata) táblázathoz:

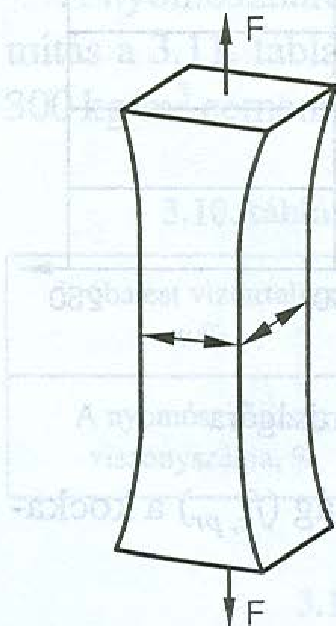
***) A pályabeton húzószilárdságát Ø150/150 mm méretű hengeren 28 napos korban hasítással csak az alkalmassági vizsgálat során kell ellenőrizni.**

****) A 8 mm legnagyobb szemnagyságú betonkeverék cementtartalma 370 kg/m^3-nél kevesebb ne legyen.**

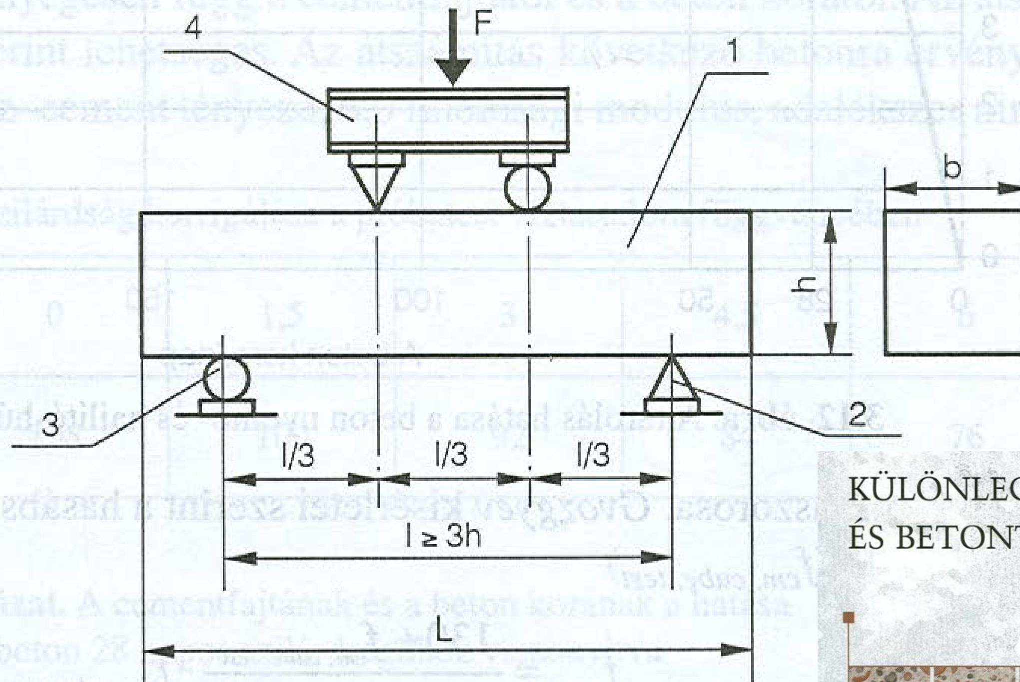
*****) Az XF4 környezeti osztályú beton megengedett legkisebb cementtartalma 340 kg/m^3 (MSZ 4798).**

******) Az XF4 környezeti osztályú beton megengedett legnagyobb víz-cement tényezője 0,45 (MSZ 4798).**

*******) Az MSZ 4798 szabvány szerint az XF4 környezeti osztályú megszilárdult beton távolsági tényezője ≤ 0,18 mm, a 0,3 mm-nél kisebb átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége ≥ 2,1 térfogat%.**



a) $f_{ct} = \frac{F_{max}}{b^2}$

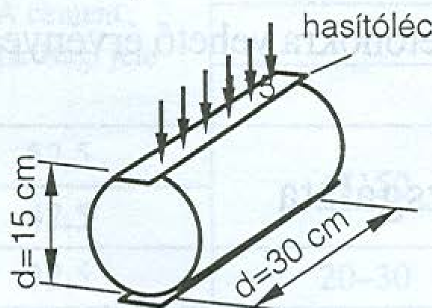


b)

$$f_{ct,fl} = \frac{M}{K} = \frac{F_{max}}{2} \cdot \frac{l}{3} \cdot \frac{6}{lh^2}$$

ha b=h és l=3h, akkor

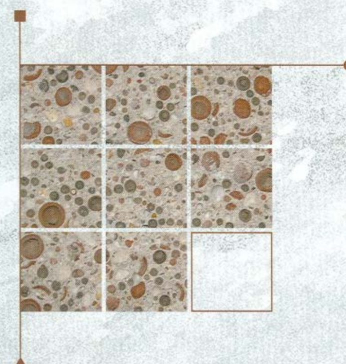
$$f_{ct,fl} = \frac{F3h}{h^3} = \frac{F_{max}}{h^2}$$



$$f_{ct,sp} = \frac{2F_{max}}{\pi dh}$$

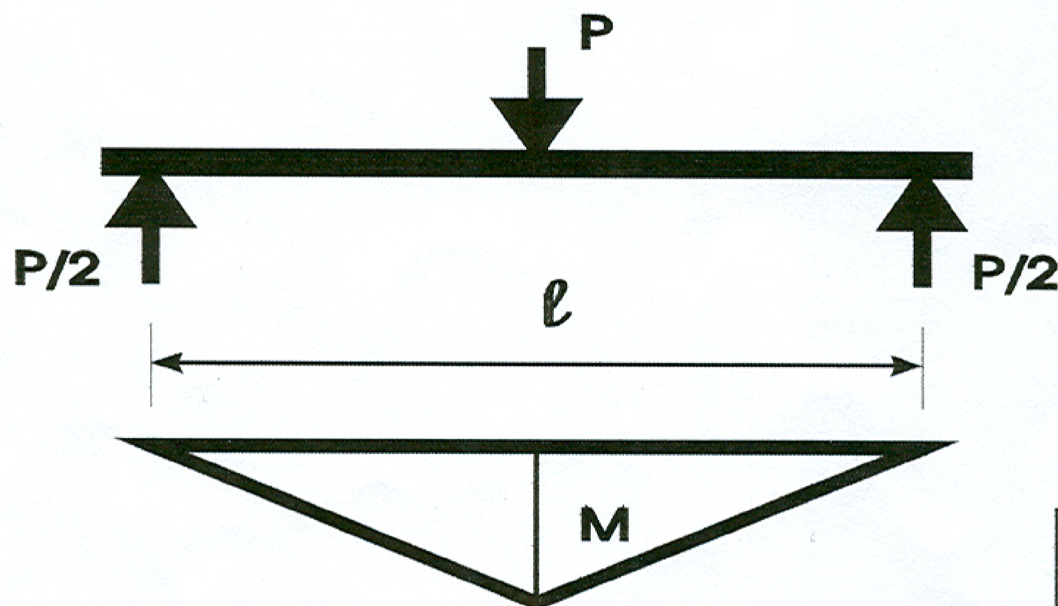
c)

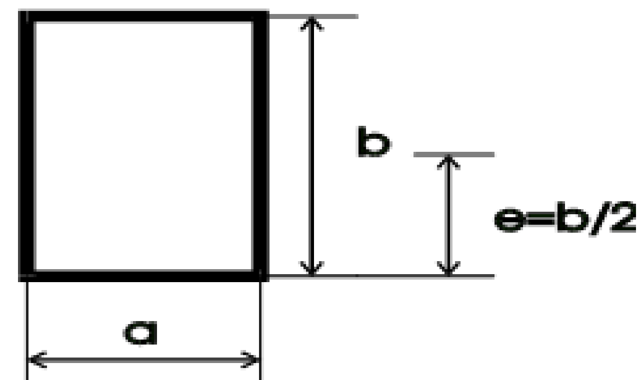
A hasító-húzószilárdság vizsgálatról néhány diakockával hátrább részletesen beszélgetünk.



3.13. ábra. Húzóvizsgálat. *a)* tiszta húzóvizsgálat; *b)* hajlító-húzóvizsgálat (1 – próbatest; 2 – fix támasz; 3 – görgős támasz; 4 – teherleosztó); *c)* hasító-húzóvizsgálat

Középen terhelt kéttámaszú tartó





$$K = \frac{I}{e} = \frac{a * b^3}{12} / \frac{b}{2} = \frac{a * b^2}{6}$$

$$\sigma_{hajlító} = \frac{M}{K} = \frac{P*l}{4} / \frac{a*b^2}{6} = 1{,}5*\frac{P*l}{a*b^2}$$

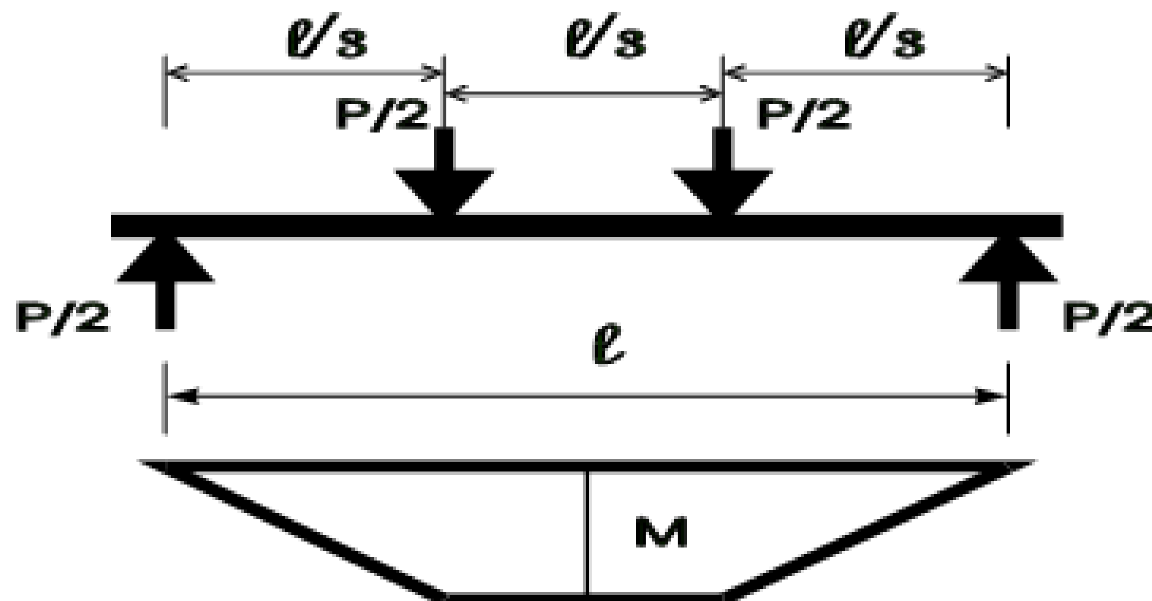
Lehajlás a tartó támaszközepén:

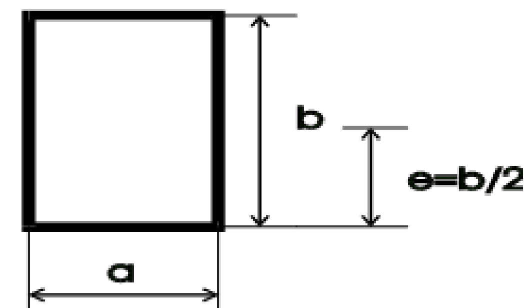
$$\eta = c * \frac{P * l^3}{E * I} = \frac{1}{48} * \frac{P * l^3}{E * I}$$

E*I = hajlítási merevség

Az erő jele korábban *P* volt, ma *F*

Támaszköz harmad-pontjaiban terhelt kéttámaszú tartó hajlító-húzószilárdsága





$$K = \frac{I}{e} = \frac{a * b^3}{12} / \frac{b}{2} = \frac{a * b^2}{6}$$

$$\sigma = \frac{M}{K} = \frac{P \cdot l}{6} / \frac{a \cdot b^2}{6} = \frac{P \cdot l}{a \cdot b^2}$$

Lehajlás a tartó támaszközepén:

$$\eta = c \cdot \frac{P \cdot l^3}{2 \cdot E \cdot I} = \frac{23}{1296} \cdot \frac{P \cdot l^3}{E \cdot I}$$

Az erő jele korábban *P* volt, ma *F*

A szabványos próbagerenda mérete: 150×150×600 mm,
támaszköze: ℓ = 450 mm

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

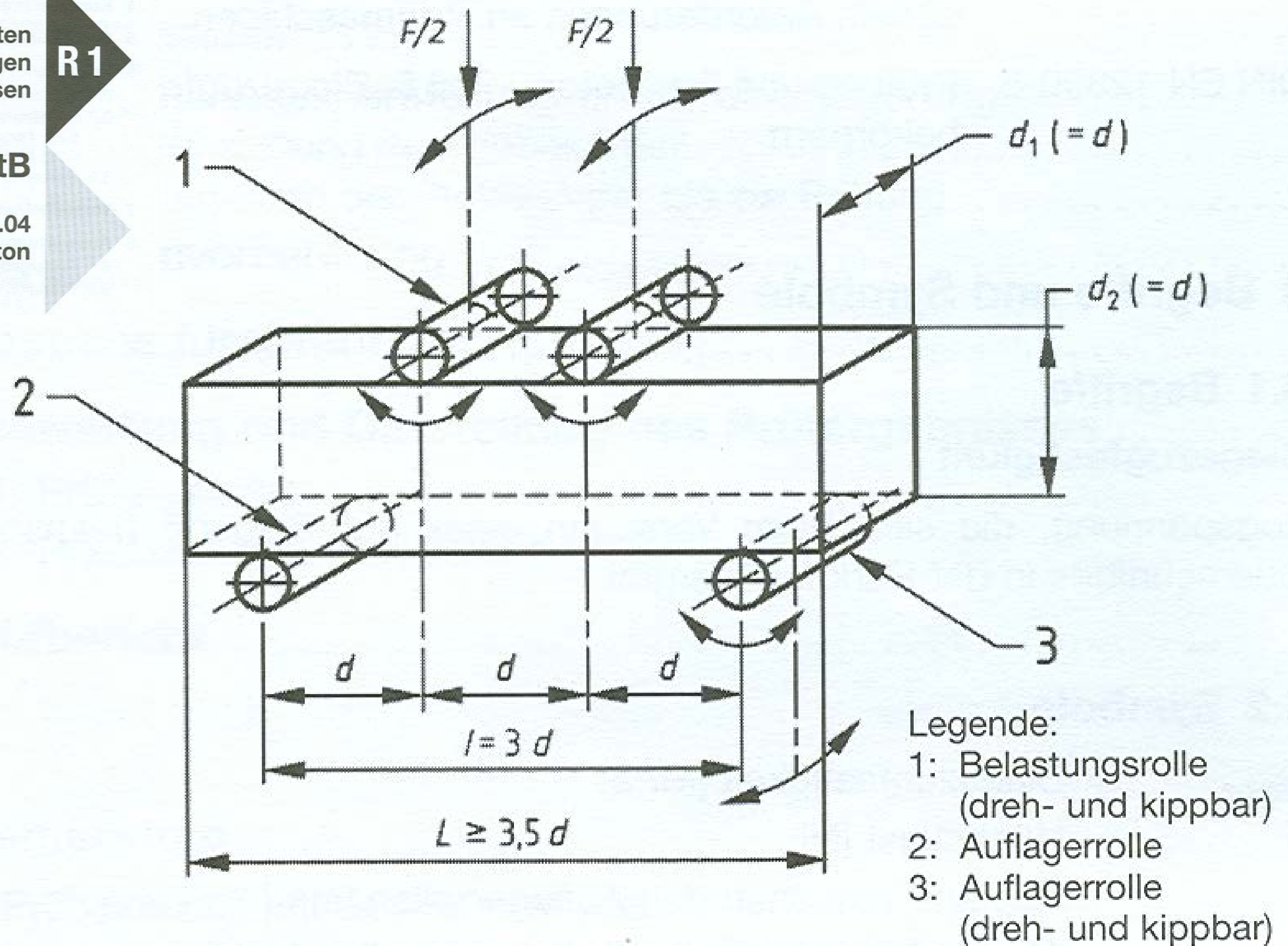
Arbeitsgruppe Betonbauweisen FGSV

Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen

R 1

TP B-StB

Teil 3.1.04
Biegezugfestigkeit von Beton



Kausay



150×150×600 mm méretű beton próbagerenda
hajlító-húzószilárdság vizsgálata

Az alátámasztás nem szabványos,
mert a támaszköz 450 mm kellene legyen!



150×150×600 mm méretű beton próbagerenda
hajlító-húzószilárdság vizsgálata
Az alátámasztás nem szabványos,
mert a támaszköz 450 mm kellene legyen!





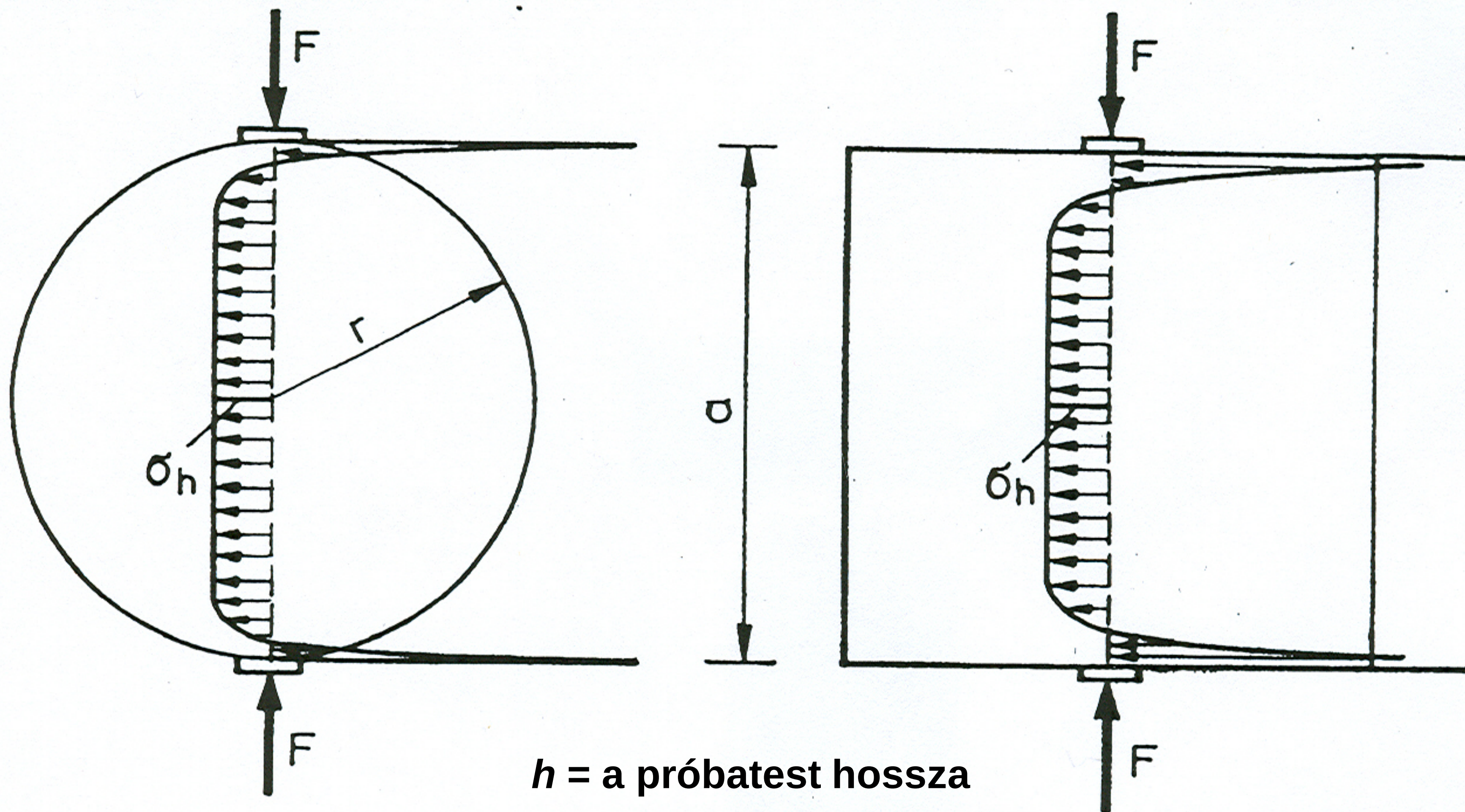
150×150×600 mm méretű beton próbagerenda hajlító-húzószilárdság vizsgálata



150×150×600 mm méretű „normál” (nem szálerősítésű) beton próbagerenda törés után, hajlító-húzószilárdság vizsgálat során



150×150×600 mm méretű szálerősítésű beton próbagerenda törés után, hajlító-húzószilárdság vizsgálat során



A hasító-húzószilárdság vizsgálat keresztmetszeti feszültségábrája

$\sigma_{\text{hasító-húzó,cyl}} = (2/\pi)\times F_{cyl}/(a\times h) = 0{,}64\times F_{cyl}/(a\times h)$ $\sigma_{\text{hasító-húzó,prism}} = 0{,}58\times F_{prism}/(a\times h)$

Referencia értéknek a hengeren meghatározott hasító-húzószilárdságot tartják.

Ezekről az összefüggésekről a következő öt diakockán leírtakat lehet tudni.

ÉPÍTŐANYAGOK

II.

A TERMÉSZETES KÖVEK
A KÖTŐANYAGOK, A BETON, A HABARCS
A MESTERSÉGES KÖVEK
A KERÁMIAI ÉPÍTŐANYAGOK
A KÖNNYŰ ÉPÍTŐANYAGOK, A KÖNNYŰBETON
A BITUMEN, A MŰANYAGOK
AZ ÜVEG, A FESTÉK

DR PALOTÁS LÁSZLÓ
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA
MŰSZAKI EGYETEMI TANÁR



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST
1961

A hasító-húzószilárdság előző diakockán szereplő képleteinek megértéséhez *dr. Palotás László* professzor úr 1961-ben az Akadémiai Kiadónál megjelent „Építőanyagok” című könyve II. kötetének 203-217. oldalát hívjuk segítségül.

A hasító-húzószilárdság meghatá-rozásának az a lényege, hogy az alkotóik mentén két párhuzamos nyomólap között terhelt rideg anyagú tömör hengerek nyomás közben a terhelőerő irányával megegyező átmérős metszetben az anyag húzószilárdságának elérése miatt törnek szét.

Ebben a függőleges metszetben fellépő fő feszültségek σ_1 és σ_2 (l. *38. ábra)* a rugalmasságtan tanítása szerint (*Hertz*, *Föppl*, *Timoshenko*, *Frocht* és mások megoldásai alapján) a

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1 &= c_1 \frac{2P}{\pi dh}; \\ \sigma_2 &= c_2 \frac{2P}{\pi dh} \end{aligned}\right\} \qquad (55)$$

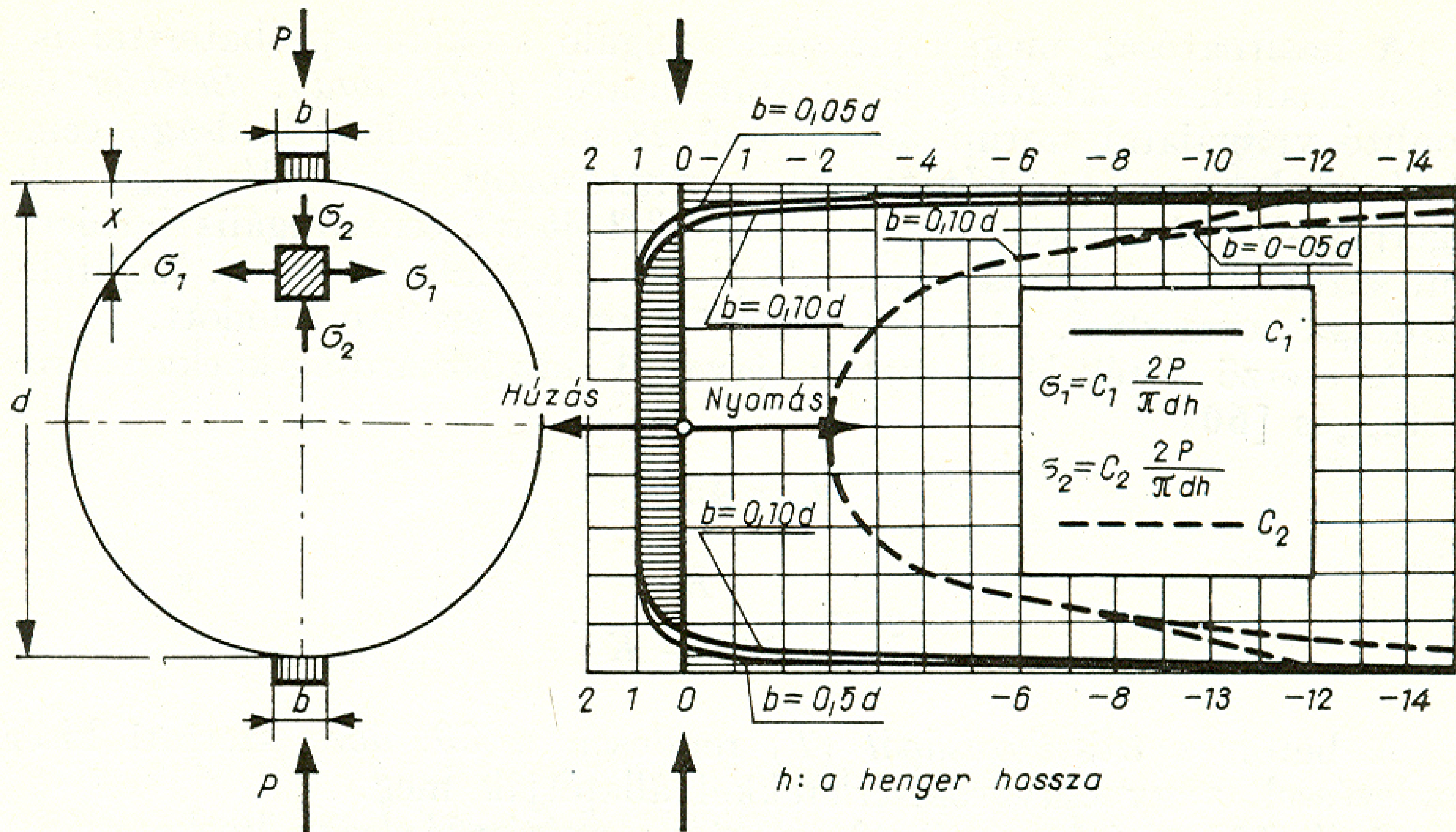
képletekből nyerhetők, ahol

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= 1 - \frac{d}{2b}(\alpha - \sin\alpha), \\ c_2 &= 1 - \frac{d}{2b}(\alpha + \sin\alpha) - \frac{1}{1 - \frac{x}{d}} \end{aligned}\right\} \qquad (56)$$

és

$$\alpha = 2 \operatorname{arctg} \frac{b}{2x} \qquad (56/a)$$

Amíg *b* értéke 0,1×*d*-nél nem nagyobb, a függőleges átmérős metszetben a húzófeszültségek csaknem az egész keresztmetszet mentén egyenletesen oszlanak meg (c_1 = 1), és a lokális nyomás az *x* = 0 és *x* = *d* helyen sokszorosa a húzásnak (*38. ábra*).



VI/38. *ábra*. Feszültségmegoszlás a terhelés síkjában

Fentiekből, ha c_1 = 1, akkor

$\sigma_{hasító\text{-}húzó,cyl} = H_{henger} = (2/\pi)\times F_{cyl}/(d\times h) = 0{,}64\times F_{cyl}/(d\times h)$ (57)

P

nyomás vonal

szinusz görbe

$\sigma_y \sim$

$\sim \frac{r}{2}$

V

σ_x

$\frac{P}{2}$

$V: \frac{P}{2} = \frac{r}{\pi} : \frac{r}{2}$

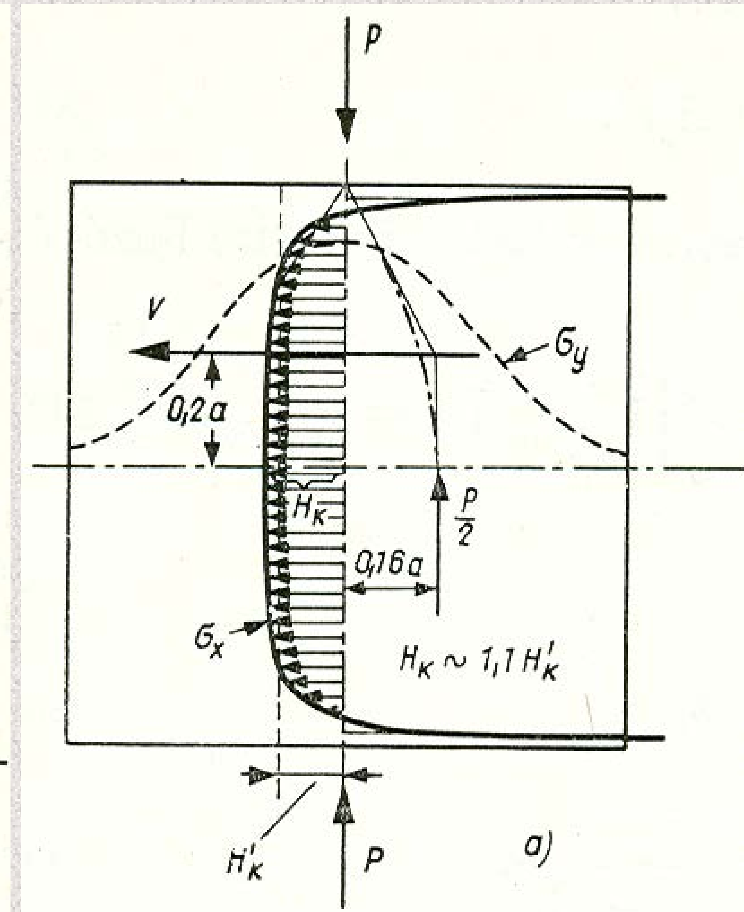
$V = \frac{P}{\pi}$

$\frac{P}{2}$ $\sim \frac{r}{\pi}$ H_h

$H_h = \frac{P}{\pi \cdot r h} = \frac{2}{\pi} \quad \frac{P}{d h}$

r

VI/44. ábra. Hasítókísérlet hengerrel



VI/45. ábra. Hasítókísérlet kockával

Egy a élhosszúságú kocka lapközépen ható erőből számítható hasító-húzószilárdság (H_k) az előbbihez viszonyítva kissé nagyobb. A kocka és henger területazonosságából kiindulva, a helyettesítő henger átmérője

$$d = \frac{2a}{\sqrt{\pi}},$$

s így az (57) képlet erre az esetre nézve — a kísérletek tanulságát is levonva — így alakul

$$H_k = 0{,}57\,\frac{P}{a^2} \cong 0{,}60\,\frac{P}{a^2}. \quad (76)$$

$\rightarrow d \sim 1{,}128 \times a \sim 1{,}1 \times a$

Más szóval:

A kör és négyzet alaki különbségéből kifolyólag (alakhatás) a *h* hosszúságú, $a \times a$ keresztmetszetű hasábon meghatározott $F_{prism}/(a \times h)$ hányados mintegy 10%-kal nagyobb, mint a *h* hosszúságú, $d^2 \times (\pi/4)$ keresztmetszetű hengeren meghatározott $F_{cyl}/(d \times h)$ hányados: $F_{prism}/(a \times h) = 1{,}1 \times F_{cyl}/(d \times h)$.

Ebből adódik, hogy: $\sigma_{hasító\text{-}húzó} =$

$= (2/\pi) \times F_{cyl}/(d \times h) = 0{,}64 \times F_{cyl}/(d \times h) = 0{,}64 \times F_{prism}/(1{,}1 \times a \times h) = 0{,}58 \times F_{prism}/(a \times h)$, **és**

minthogy $\sigma_{hasító\text{-}húzó,cyl} = 0{,}64 \times F_{cyl}/(d \times h)$ **és** $\sigma_{hasító\text{-}húzó,prism} = 0{,}58 \times F_{prism}/(a \times h)$,

következik, hogy $\sigma_{hasító\text{-}húzó} = \sigma_{hasító\text{-}húzó,cyl} = \sigma_{hasító\text{-}húzó,prism}$

ugyanis $(2/\pi)/1{,}128 = 0{,}564 \rightarrow 0{,}57$, illetve $(2/\pi)/1{,}1 = 0{,}579 \rightarrow 0{,}58$

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Arbeitsgruppe Betonbauweisen

FGSV

Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen

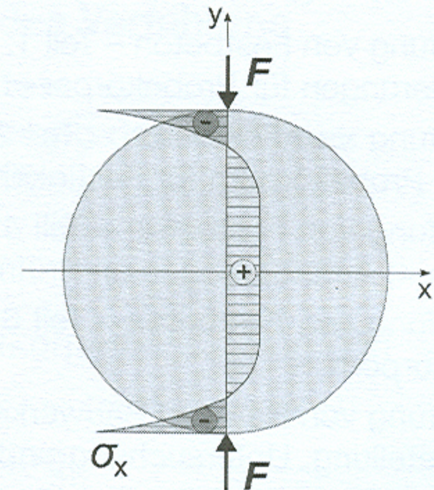
R 1

TP B-StB

Teil 3.1.05 Spaltzugfestigkeit von Beton an Zylinderscheiben

Ausgabe 2016

A hasító-húzószilárdság vizsgálat keresztmetszeti feszültségábrája



Húzófeszültség ⊕ Zugspannung

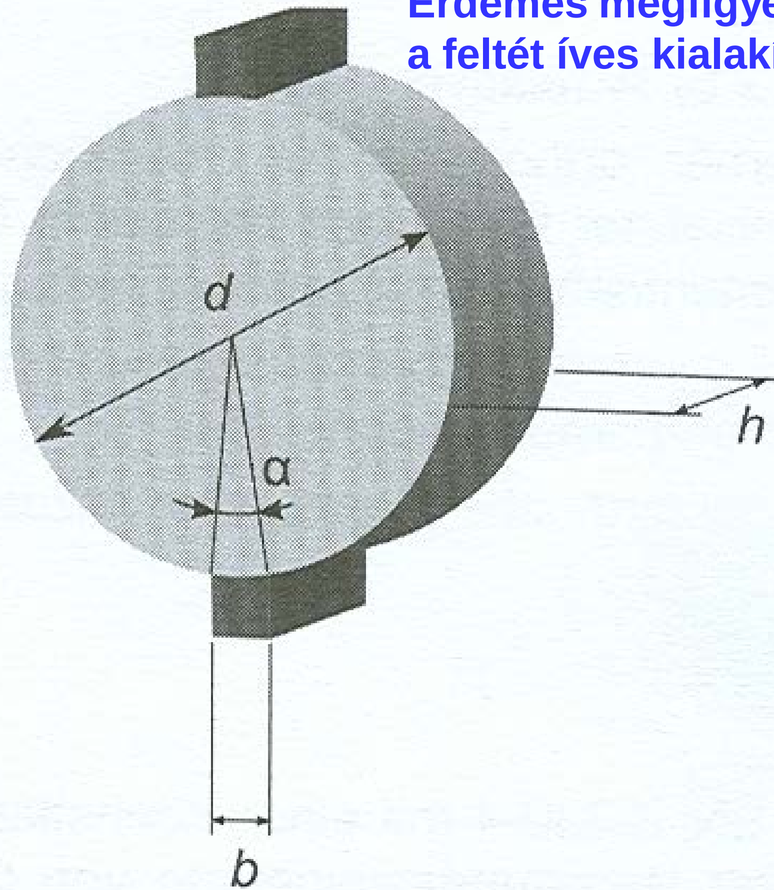
Nyomófeszültség ⊖ Druckspannung

Bild 1: Spannungsverlauf in der Zylinderscheibe in x-Richtung



Bild 2: Bruchbild nach Spaltzugprüfung

Érdemes megfigyelni
a feltét íves kialakítását



d = 100 mm ± 5 mm

h = 50 mm ± 5 mm

α = 15°

Sekantenlänge der Lasteintragungsschiene für Nenndurchmesser 100 mm:

$b = d \cdot \sin(\alpha/2)$ = 13 mm

(zulässige Toleranz – 0,3 mm)

h/d = 0,50 ± 0,05

Bild 4: Prüfkörper und Lasteintragungsschienen bei der Spaltzugprüfung

Az erőbevitel vázlata hasító-húzószilárdság vizsgálat esetén

Eszerint a német előírás szerint – bizonyára az erőátadás egyenletessége érdekében – a hasító-húzószilárdságot Ø100×50 mm méretű próbahengeren (tárcsán!, h/d = 0,5) vizsgálják, amelynek alakját a Ø150×300 mm méretű (h/d = 2,0) próbahengernél jobban megközelíti a Ø150×150 mm méretű (h/d = 1,0) hasító-húzószilárdság vizsgálati próbahenger.

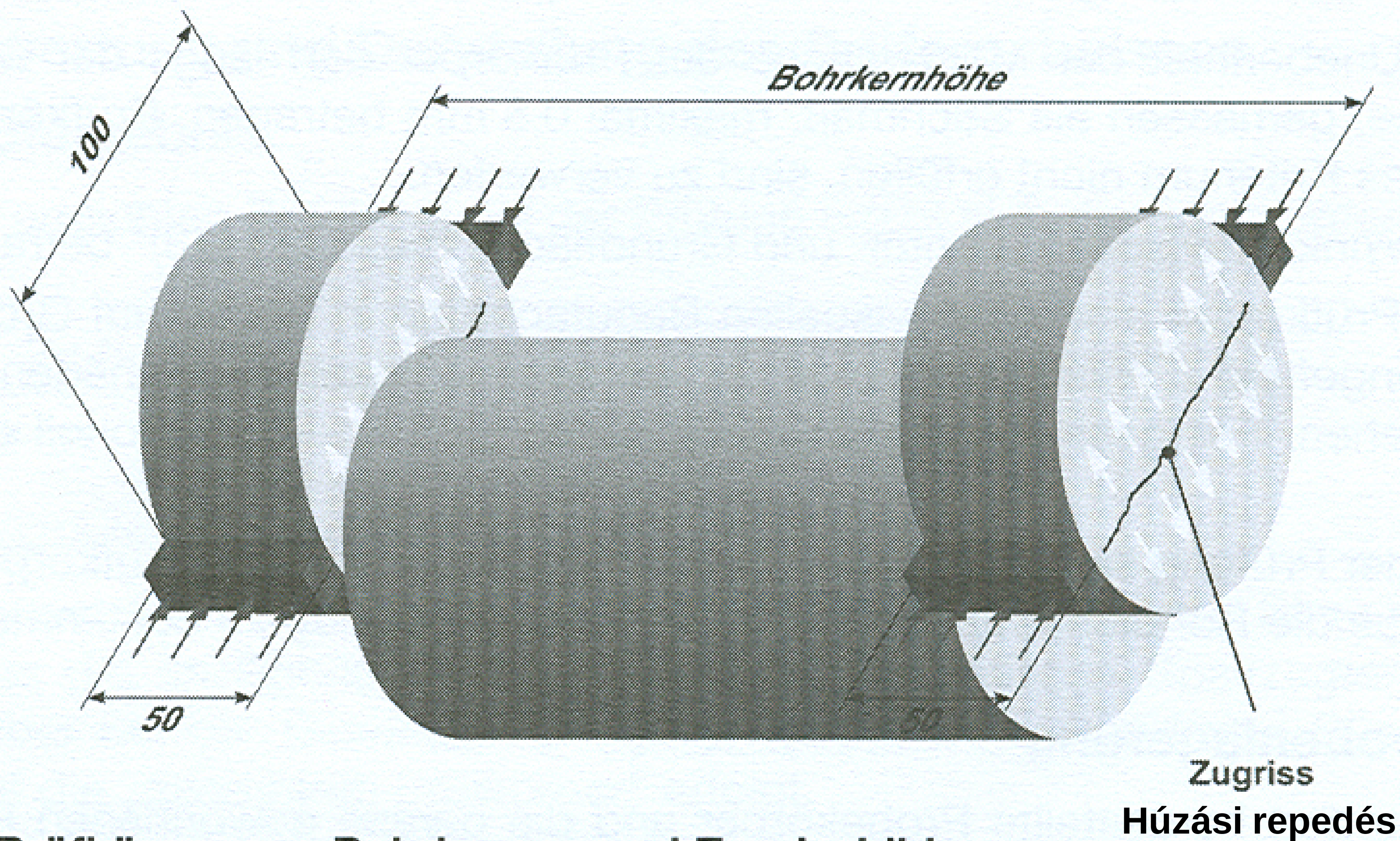
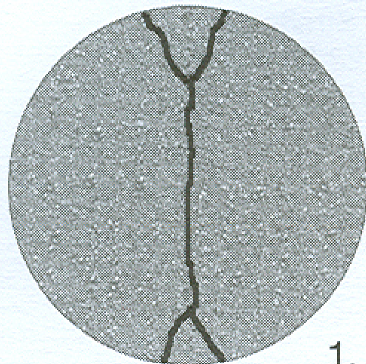
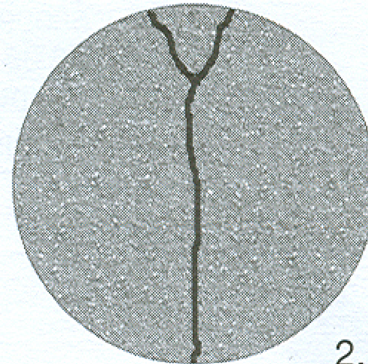


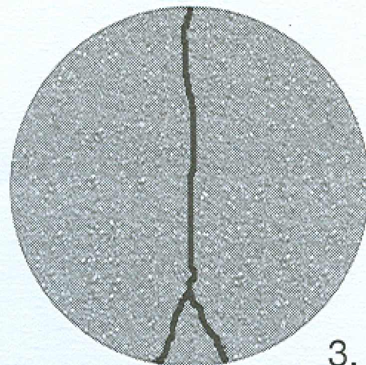
Bild 5: Prüfkörper aus Bohrkernen und Zugrissbildung

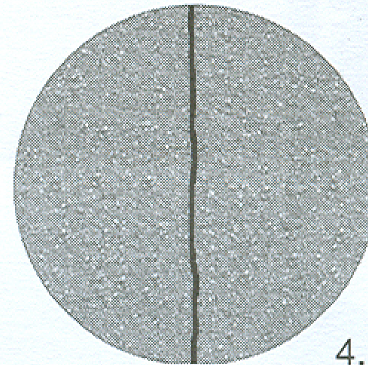
A próbahengerek kialakítása a magmintából hasító-húzószilárdság vizsgálathoz Németországban

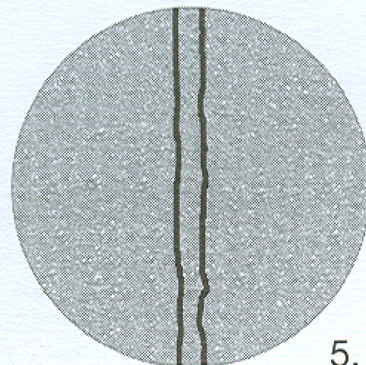
Typische Bruchbilder


1.


2.


3.


4.


5.

Törésképek hasító-húzószilárdság vizsgálat esetén

Biegezugfestigkeit in N/mm²

$0{,}55\, f_c^{2/3}$

$0{,}45\, f_c^{2/3}$

$0{,}35\, f_c^{2/3}$

Würfeldruckfestigkeit f_c in N/mm²

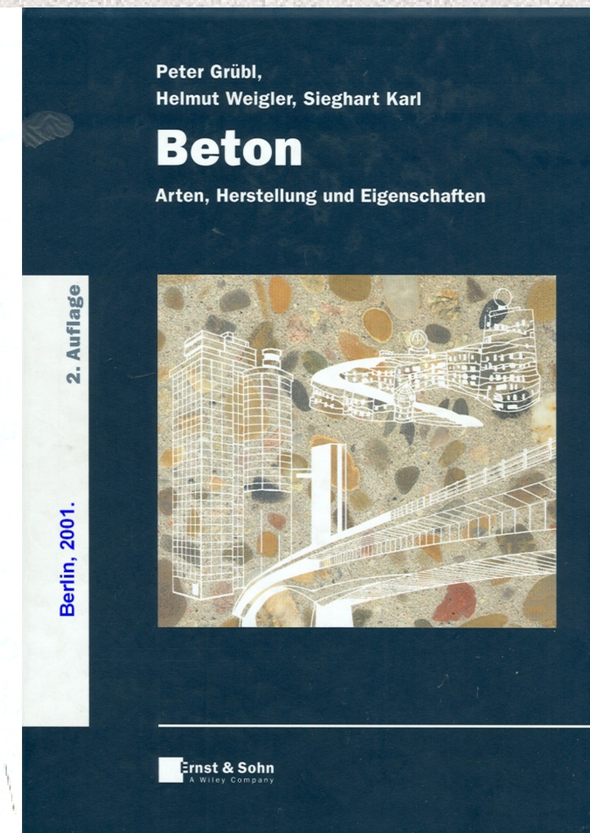


Bild 7.5-7 Zusammenhang zwischen der Druckfestigkeit und der Biegezugfestigkeit des Normalbetons (Balken mit 10 cm Höhe, 2 Einzellasten in den Drittelspunkten) [7-94]

[Heilmann, H. G.: Beziehungen zwischen Zug- und Druckfestigkeit des Betons. beton. 1969. Heft 2., pp. 68-70.]

Összefüggés a kockán mért nyomószilárdság (Würfeldruckfestigkeit, f_c) és a hajlító-húzószilárdság (Biegezugfestigkeit) között

Spaltzugfestigkeit in N/mm²

5 4 3 2 1 0

$0{,}32\ f_c^{2/3}$

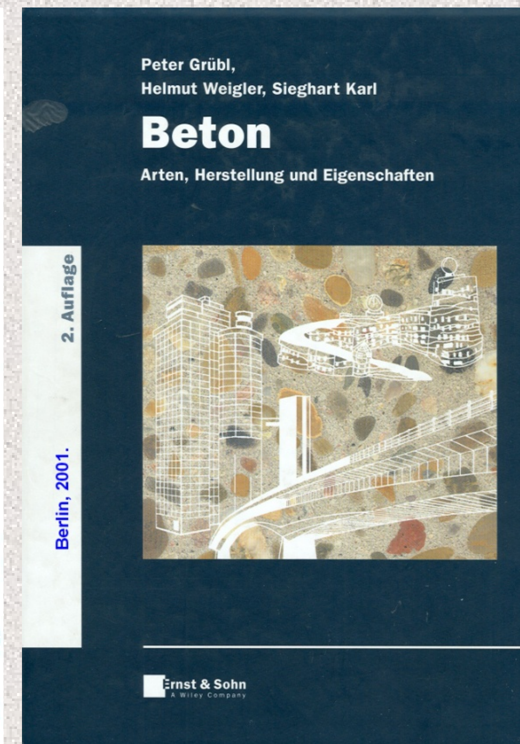
$0{,}27\ f_c^{2/3}$

$0{,}22\ f_c^{2/3}$

0 10 20 30 40 50 60 70

Würfeldruckfestigkeit f_c in N/mm²

Bild 7.5-8 Zusammenhang zwischen der Druckfestigkeit und der Spaltzugfestigkeit des Normalbetons [7-94]



Összefüggés a kockán mért nyomószilárdság (Würfeldruckfestigkeit, f_c) és a hasító-húzószilárdság (Spaltzugfestigkeit) között

Zentrische Zugfestigkeit in N/mm²

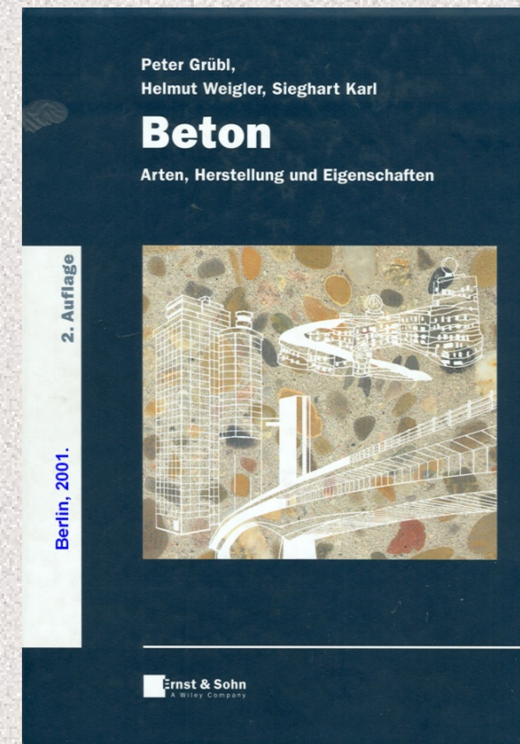
0,32 $f_c^{2/3}$

0,24 $f_c^{2/3}$

0,17 $f_c^{2/3}$

Würfeldruckfestigkeit f_c in N/mm²

Bild 7.5-9 Zusammenhang zwischen der Druckfestigkeit und der zentrischen Zugfestigkeit des Normalbetons [7-94]



Összefüggés a kockán mért nyomószilárdság (Würfeldruckfestigkeit, f_c) és a tiszta húzószilárdság (Zentrische Zugfestigkeit) között

Tabelle 7.5-1 Richtwerte für den Zusammenhang zwischen Druckfestigkeit und Biegezug- bzw. Spaltzugfestigkeit [7-28]

Druck-festigkeit N/mm²	Mittlerer Verhältniswert			
	Druckfestigkeit zu Biegezugfestigkeit		Druckfestigkeit zu Spaltzugfestigkeit	
	Ungebrochene Gesteinskörnung	Gebrochene Gesteinskörnung	Ungebrochene Gesteinskörnung	Gebrochene Gesteinskörnung
10	5,0	4,0	9,0	7,4
20	5,9	4,7	10,6	8,8
30	6,8	5,4	12,3	10,0
40	7,5	6,0	13,5	11,2
50	8,3	6,8	14,7	12,4
60	9,0	7,5	15,9	13,5

**A nyomószilárdság (Druckfestigkeit)
és a hajlító-húzószilárdság (Biegezugfestigkeit),
illetve hasító-húzószilárdság (Spaltzugfestigkeit)
átlagos viszonyszáma (Verhältniswert) közötti összefüggés
tájékoztató értéke, ha az adalékanyag kavics (Ungebrochene
Gesteinskörnung), és ha zúzottkő (Gebrochene Gesteinskörnung)**



Tabelle 7.5-2 Mittlere Zugfestigkeiten in N/mm^2 nach DIN 1045-1 in Abhängigkeit von der Betonfestigkeitsklasse

	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85	C 80/95	C 90/105	C 100/115
f_{ctm}	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2

Összefüggés a nyomószilárdsági osztály és az átlagos húzószilárdság (Zugfestigkeit) között a DIN 1045-1 szabvány szerint

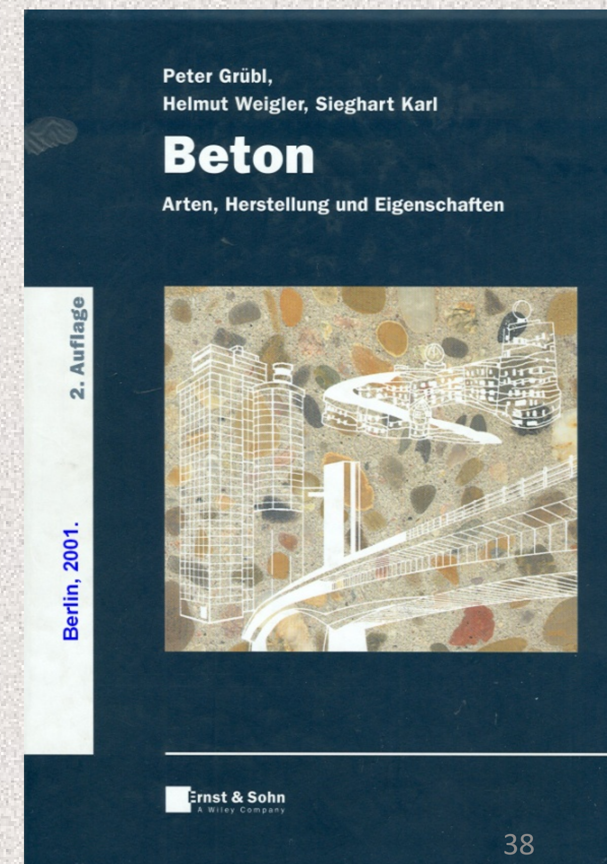
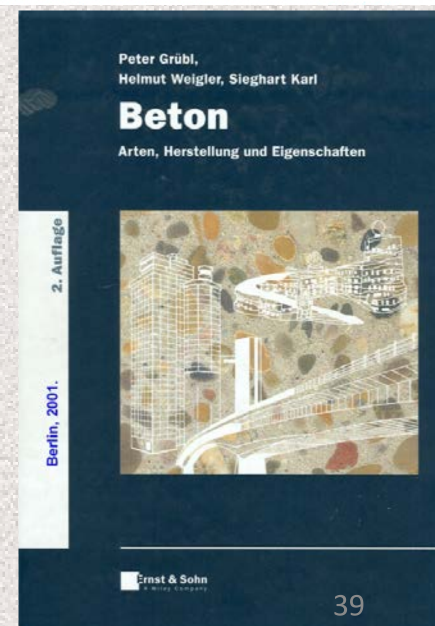


Tabelle 7.5-3 Richtwerte für den Zusammenhang zwischen Biegezug- und Spaltzugfestigkeit [7-18]

Biegezugfestigkeit $f_{ct(BZ)}$ N/mm²	Zugehöriger Bereich der Spaltzugfestigkeit $f_{ct(SZ)}$ N/mm²	Verhältniswert $f_{ct(BZ)} / f_{ct(SZ)}$	
		Einzelwerte	Mittel
1,0	0,4 bis 0,7	2,5 bis 1,4	2,0
2,0	0,8 bis 1,4	2,5 bis 1,4	1,9
3,0	1,2 bis 2,3	2,5 bis 1,3	1,8
4,0	1,6 bis 3,2	2,5 bis 1,2	1,6
5,0	2,1 bis 4,1	2,4 bis 1,2	1,6
6,0	2,7 bis 5,1	2,2 bis 1,2	1,5



A hajlító-húzószilárdság (Biegezugfestigkeit, $f_{ct(BZ)}$) és a hasító-húzószilárdság (Spaltzugfestigkeit, $f_{ct(SZ)}$) közötti összefüggés, illetve a hajlító-húzószilárdság (Biegezugfestigkeit, $f_{ct(BZ)}$), és a hasító-húzószilárdság (Spaltzugfestigkeit, $f_{ct(SZ)}$) viszonyszámának tájékoztató értéke

Tabelle 7.5-4 Zugfestigkeiten in Abhängigkeit von den Festigkeitsklassen des Betons



Beton-festigkeits-klasse	Zugfestigkeit [N/mm²] Hajlító-húzószilárdság $f_{ct(BZ)}$		Hasító-húzószilárdság $f_{ct(SZ)}$		Központos vagy tiszta húzószilárdság $f_{ct(ZZ)}$	
	50 %	5 %	50 %	5 %	50 %	5 %
C 12/15	2,9	2,0	1,8	1,2	1,6	1,1
C 16/20	3,5	2,4	2,1	1,4	1,9	1,3
C 20/25	4,0	2,8	2,4	1,7	2,2	1,5
C 25/30	4,8	3,3	2,9	2,0	2,6	1,8
C 30/37	5,3	3,7	3,2	2,2	2,9	2,0
C 35/45	5,9	4,0	3,5	2,4	3,2	2,2
C 40/50	6,4	4,6	3,9	2,8	3,5	2,5
C 45/55	7,0	5,0	4,2	3,0	3,8	2,7
C 50/60	7,5	5,3	4,5	3,2	4,1	2,9
C 55/67	7,7	5,5	4,6	3,3	4,2	3,0
C 60/75	8,1	5,7	4,8	3,4	4,4	3,1
C 70/85	8,4	5,9	5,1	3,5	4,6	3,2
C 80/95	8,8	6,2	5,3	3,7	4,8	3,4
C 90/105	9,2	6,4	5,5	3,9	5,0	3,5
C 100/115	9,6	6,8	5,7	4,1	5,2	3,7

Szilárdsági osztály 28 napos korú beton esetén		MSZ EN 13877-1 szabvány 1. táblázat Hasító-húzószilárdság (tensile splitting strength) jellemző értéke, f_{sk} [b] (N/mm^2)	MSZ EN 13877-2 szabvány 3. táblázat *Fúrt magok* hasító-húzószilárdságának (tensile splitting strength of cores) jellemző értéke, $f_{tk,core}$ (N/mm^2)
MSZ EN 13877-1 szabvány 1. táblázat [a]	**MSZ EN 13877-2 szabvány 3. táblázat**		
S1,3	SC1,3	1,3	
S1,7	SC1,7	1,7	
S2,0	SC2,0	2,0	
S2,4	SC2,4	2,4	
S2,7	SC2,7	2,7	
S3,0	—	3,0	—
S3,3	SC3,3	3,3	
S3,7	SC3,7	3,7	
S4,0	SC4,0	4,0	
S4,3	SC4,3	4,3	
S4,6	SC4,6	4,6	
S4,8	SC4,8	4,8	
S5,0	SC5,0	5,0	
S5,5	SC5,5	5,5	
S6,0	SC6,0	6,0	

Ha a szilárdságot *kifúrt magmintákon* kell értékelni, akkor az MSZ EN 13877-2: 2013 szabvány szerint kell eljárni.

Az MSZ EN 13877-2:2013 szabvány autópályák, repülőterek, járdák, kerékpárutak, rakodóterületek betonburkolatainak és forgalmat viselő szerkezeteinek követelményeire vonatkozik.

[a] Különleges esetekben, – ha a vonatkozó szerkezeti szabvány megengedi – köztes szilárdsági osztályok is megadhatók.

[b] A próbahenger átmérője az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának legalább három és félszerese legyen.

A próbahenger magassága (a visszavont 2005. évi verzió szerint 300 mm) az átmérő (a visszavont 2005. évi verzió szerint 150 mm) kétszerese, de a próbahenger átmérője, illetve a próbakocka élhossza legalább 100 mm legyen.

MSZ EN 13877-1:2013 Betonburkolatok. 1. rész: Anyagok. 2. táblázat

Szilárdsági osztály [a]	Hajlító-húzószilárdság jellemző értéke, f_{fk} [b] (N/mm²)
F2	2,0
F3	3,0
F3,5	3,5
F4	4,0
F4,5	4,5
F5,5	5,5
F6,5	6,5
F8,5	8,5
F9	9,0
F10	10,0

[a] Különleges esetekben, – ha a vonatkozó szerkezeti szabvány megengedi – köztes szilárdsági osztályok is megadhatók.

[b] f_{fk} a 28 napos korú beton hajlító-húzószilárdságának jellemző értéke.

A próbahasáb keresztmetszeti mérete (a visszavont 2005. évi verzió szerint 150 mm) az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának legalább három és félszerese legyen, de legalább 100 mm.

A próbahasáb hossza nem lehet kevesebb, mint a keresztmetszeti méret három és félszerese.

Valamennyi beton megfelelőségét az MSZ EN 206 szabvány követelményeit alkalmazva, a gyártó értékeli.

Ha a hajlító-húzószilárdság van előírva, akkor a megfelelőséget ugyanúgy kell értékelni, mint a hasító-húzószilárdság esetén.

MSZ EN 13877-2:2013

Betonburkolatok. 2. rész: Betonburkolatok rendeltetésnek megfelelő követelményei

A melléklet
(tájékoztatás)

Beton magminták szilárdságának értékelési módszere

Ez a módszer a megépült burkolatból az EN 12504-1 szerint vett magmintákon kapott négy egymás utáni eredmény átfedő csoportjain alapul és a 4.2. szakaszban megadott feltételeket követi.

A betont akkor kell elfogadni, ha az A1. táblázatban megadott mindkét feltétel teljesül a megépült burkolatból kifúrt magminták szilárdságvizsgálatából származó négy eredményre.

A1. táblázat: Megfelelőségi feltételek a magminták szilárdságának értékelésére

A szilárdság értékelés módja	1. feltétel	2. feltétel
	Bármely 4 egymást követő eredmény középértéke, x_{4m} (N/mm^2)	Bármelyik egyedi eredmény, x_1 (N/mm^2)
Nyomószilárdság	$\geq f_{ck,core} + 4$	$\geq f_{ck,core} - 4$
Hasító-húzó szilárdság	$\geq f_{tk,core} + 0,5$	$\geq f_{tk,core} - 0,5$

MEGJEGYZÉS: Az átfedő csoportok használata a megfelelőség értékelés nagyobb gyakoriságát engedi meg, mint a nem átfedő csoportoké. Az átfedő csoportok használata a nem átfedő csoportok helyett csökkenti a nem megfelelő minőségű anyag elfogadásának a kockázatát. A négy mintából álló csoportok használata, miközben az EN 206-1 szabvány szerinti három próbatestből álló csoportra érvényes elfogadási feltétel fennáll, a kockázat eme változását kompenzálja.

Ezzel nem értek egyet!

Ennek oka itt olvasható: http://www.betonopus.hu/notesz/ac50-ajanlas.pdf

2. táblázat: Magminták nyomószilárdsági osztályai

Szilárdsági osztály	A magminták jellemző szilárdsága ($f_{ck,core}$) (N/mm^2)
CC8	8
CC12	12
CC16	16
CC20	20
CC25	25
CC30	30
CC35	35
CC40	40
CC45	45
CC50	50
CC55	55
CC60	60
CC70	70
CC80	80
CC90	90
CC100	100

MSZ EN 13877-2:2013 szabvány 2. táblázata

1. MEGJEGYZÉS: Funkcionális okokból ajánlatos, hogy a betonburkolat legkisebb szilárdsági osztálya legalább CC20 legyen.

2. MEGJEGYZÉS: Ha a magmintákat nem 28 napos szilárdulás után vizsgálják +20 °C hőmérséklet mellett, akkor az eredményeket célszerű módosítani a 28 napos +20 °C hőmérséklet melletti szilárdságra, a szilárdulási folyamat adatai alapján vagy a felhasználás helyén érvényes előírásoknak megfelelően. **Amit erről – helyesen – az MSZ 4798:2016 szabvány ír, a következő dián olvasható!**

3. MEGJEGYZÉS: A magmintákat 3-7 napos korban kell kivenni és ajánlott utókezelésük az EN 12504-1 szerinti legyen.

4. MEGJEGYZÉS: FVBB (CRCP) és FVBA (CRCR) esetén a szilárdság felső határa előírható.

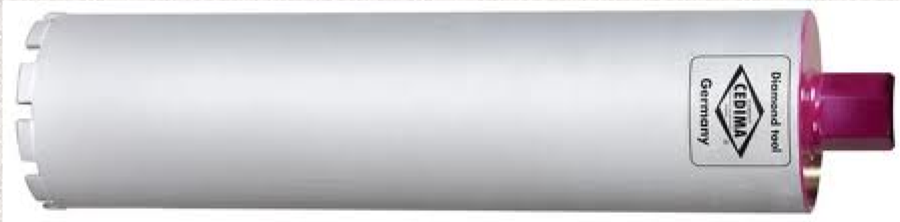
MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon
Az MSZ 4798-1:2004 helyett.

MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.1.2. szakasza

A 28 naposnál idősebb magminta próbahengerek nyomószilárdságából a 28 napos korú beton nyomószilárdságára következtetni nem szabad.

Adott korban a szerkezet teherhordóképességét az építménybe beépített beton adott korú nyomószilárdsága alapján, a beton nyomószilárdság teherbírási tervezési értékének (f_{cd}) és az igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültségnek (σ_{cu}) az összevetésével ($f_{cd} \geq \sigma_{cu}$) lehet megítélni (MSZ EN 1992-1-1).

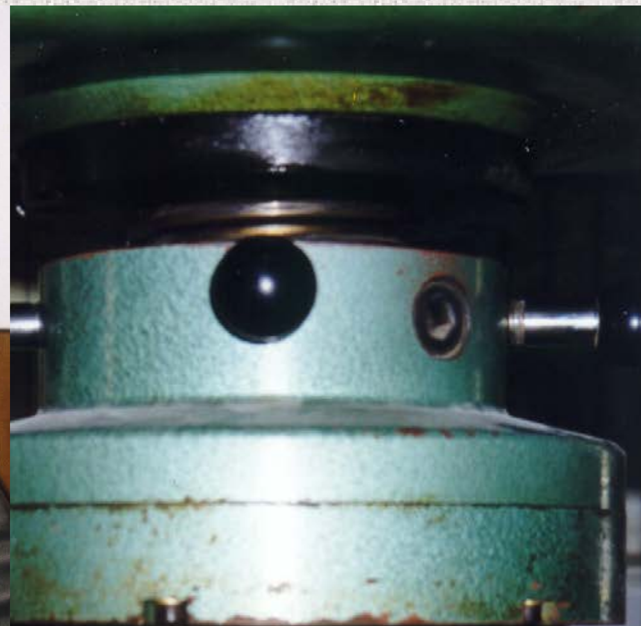
Magfúró berendezés



Gyémánt szemcséket tartalmazó fúrókorona









Építményből kifúrt beton magminta nyomószilárdságának vizsgálata



Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50

Simított Csiszolt

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből. N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

*A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek **mérete vagy alakja** az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak **megfelel**, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint **kiigazítani indokolatlan** (értelmezésem szerint **nem szabad!**).*

*Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint **nem javasolt (nem szabad!)**, mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.*

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

5. A betonburkolatok minőség-ellenőrzésének kategóriái

MSZ EN 13877-2:2013

A minőség ellenőrzését a 7. táblázat szerint kell meghatározni.

Minden egyes követelményhez eltérő kategóriák választhatók.

7. táblázat: A magminták darabszáma a megépült burkolatok minőség-ellenőrzésének különböző kategóriái esetén

Követelmény	Kategória [a]		
	0	1	2
A beton szilárdsága (lásd a 4.2. szakaszt)	N.K.	3/10000 m^2	1/1000 m^2
A betonburkolat vastagsága (lásd a 4.3. szakaszt)	N.K.	3/10000 m^2	1/1000 m^2 [b]
A beton sűrűsége (lásd a 4.4. szakaszt) [c]	N.K.	3/10000 m^2	1/1000 m^2
Fagyási/olvadási ellenállás (lásd a 4.5. szakaszt)	N.K.	3/10000 m^2	1/1000 m^2
A betonburkolat kopásállósága szöges gumiabroncsok hatására (lásd a 4.6. szakaszt)	N.K.	N.K.	3/100000 m^2
Tapadás két betonréteg között (lásd a 4.7. szakaszt) [d]	N.K.	3/10000 m^2	1/1000 m^2

[a] N.K. = funkcionális vizsgálatra nincs követelmény.

[b] 3000 m^2 –ig a burkolt területről minimum 3 magmintát kell venni. Minden további 1000 m^2-ről további egy magmintát kell venni.

[c] Legalább 3 magmintát kell venni.

[d] Legalább 9 magmintát kell venni a statisztikailag szignifikáns eredményhez.

1. MEGJEGYZÉS: Ha szilárdságot, vastagságot és/vagy sűrűséget határoznak meg, akkor ugyanazon a magmintán szabad mérni.

2. MEGJEGYZÉS: A burkolat felületén bekövetkező túlzott károsodás elkerülése érdekében a magmintákat nem célszerű olyan helyről kivenni, ahol nagy feszültségek léphetnek fel, mint pl. a lemezek sarkaiban és bármely hézagtól 0,5 m-nél közelebb.

3. MEGJEGYZÉS: Ha a magmintákat a tervnek való megfelelőség ellenőrzésére veszik, akkor az érdekelt feleknek ajánlott előzetesen megállapodniuk a magmintavételi helyekről.

A magmintavételi helyeket a betontábla negyedpontjai között, illetve folyamatosan vasalt betonburkolat és folyamatosan vasalt betonalap esetén két egymást követő keresztirányú repedés között célszerű kijelölni.

Fagy- és olvasztósó-álló beton



e-UT 06.03.31:2016 útügyi műszaki előírás 8. táblázata: **Friss beton levegőtartalma** az adalékanyag legnagyobb szemnagyságától függően (Tervezet)

Az adalékanyag-keverék legnagyobb szemnagysága, mm	A friss beton tervezési levegőtartalma, térfogat%	A friss betonkeverék gyártás közbeni legkisebb légtartalma térfogat%
8	5,0-6,0	4,5
11	5,0-6,0	4,5
16	4,5-5,5	4,0
22	4,0-5,0	3,5
32	4,0-5,0	3,5

MSZ 4798:2016 szabvány F1. táblázata: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira (részlet)

A táblázat alkalmazása kötelező

	Fagyás-olvadás okozta korrózió			
Környezeti osztály jele	XF1	XF2	XF3	XF4
		Légbuborékképzőszerrel		
Legnagyobb v/c	0,55	0,55	0,50	0,45
Legkisebb nyomószilárdsági osztály	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37
Legkisebb cementtartalom, kg/m^3	300	300	320	340
Friss beton levegő-tartalma, térfogat%		A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborék) a NAD F3. táblázat szerinti határértékek közé essék		

MSZ 4798.2016 szabvány NAD F3. táblázata: A légbuborékképző adalékszerrel készített friss beton előírt összes, átlagos levegő-tartalmának (légpórus + légbuborék) értéke az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának a függvényében

Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Legnagyobb szemnagyság mm	A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), térfogat%	
8 és 12	4,0 – 6,0	6,0 – 10,0
16	3,0 – 5,0	4,5 – 8,5
24 és 32	2,5 – 5,0	4,0 – 8,0
63	2,0 – 4,0	3,0 – 7,0
	A kötőanyagpép összes, átlagos levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), legalább, térfogat%	
	15,0	18,0
MEGJEGYZÉS: Az XF4 környezeti osztályú kopásálló betonok esetén a levegőtartalom alsó határértékei 0,5 térfogatszázalékkal csökkenthetők, de a betonok a fagy- és olvasztósó-állósági követelményeknek feleljenek meg.		

2016. április
MAGYAR SZABVÁNY
MSZ 4798 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon. Az MSZ 4798-1:2004 helyett.

1. táblázat: Környezeti osztályok

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
XF4	**Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal vagy tengervízzel**	**Út és hídpálya lemezek, amelyeket jégolvasztó só ér.** **Olyan betonfelületek, amelyeket közvetlenül ér jégolvasztó só permete és fagy.** **Fagynak kitett tengeri szerkezetek felcsapódási zónája.** ***E szabvány szerint légbuborékképző adalékszerrel készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű útburkolatok, valamint egyéb közlekedési és más felületek, továbbá hídpályalemezek és hídszegélygerendák, amelyeket fagy és csapadék, valamint jégolvasztó anyagok érnek;*** ***Olyan, a pályaburkolattól legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket a közlekedési felületről felfröccsenő sós víz vagy a közlekedési felületről származó sós víz permete ér.***

Az XF4 környezeti osztályban fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot és a szilárd beton légbuborék szerkezetének vizsgálatát is el kell végezni.
A beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek. A szilárd beton légbuborék szerkezete elégítse ki a NAD 10. táblázat szerinti követelményeket.

2016. április

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ 4798 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

Az MSZ 4798-1:2004 helyett.

1. táblázat: Környezeti osztályok

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
XF2	**Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal**	**Útépítési szerkezetek függőleges betonfelületei, amelyeket fagy és jégolvasztó só permete ér.** ***E szabvány szerint légbuborékképző adalékszerrel készített, függőleges vagy 5%-nál meredekebb közlekedési és egyéb betonfelületek, amelyeket fagy és sós víz permete ér.***

Az XF2 környezeti osztályban a beton feleljen meg a NAD 7. – NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek.

A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata megegyezés esetén elhagyható, ha a szilárd beton légbuborék szerkezete a NAD 10. táblázat szerinti követelményeknek megfelel.

Ha például egy betonút 100 méter alaphosszon 5 métert emelkedik, illetve lejt, akkor az út emelkedése, illetve lejtése 5%, és az út hajlásszöge arctan(5/100) = 2,86°.

5.3. Megszilárdult beton

MSZ EN 13877-1:2013

5.3.1. Fagyási-olvadási ciklusok és a jégtelenítő szerek hatásaival szembeni ellenállás

Ha a beton a fagyási-olvadási ciklusok jelentős hatásának van kitéve, a kitétel mértékét az EN 206-1 szabványnak megfelelően kell osztályozni. A fagyási-olvadási ciklusokkal szembeni ellenállást a prEN 12390-9 szerint kell kiválasztani és előírni.

Az útbeton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata az MSZ 4798:2016 szabvány NAD 7. – NAD 9. táblázata szerint

MSZ 4798:2016 szabvány szerint	NAD 7. táblázat: **Peremes hámlasztási felületvizsgálat**	NAD 8. táblázat: **Bemerítéses kockavizsgálat**	NAD 9. táblázat: **Kapilláris felszívásos hámlasztási vizsgálat**
Vizsgálati módszer	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „Felületvizsgálat”	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „Kockavizsgálat”	MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti „CDF” vizsgálat
Vizsgálat jellege	Peremes hámlasztás (lehámlás)	Bemerítéses leválás (lehámlás)	Kapilláris felszívásos hámlasztás
Fagyasztóközeg	3 mm mély 3 %-os NaCl oldat	A próbatestet (25±5) mm-rel ellepő 3%-os NaCl oldat	10 mm mély 3%-os NaCl oldat
Követelmény (Elfogadási (Elfogadási határérték) A legnagyobb tömegveszteség	XF2 esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2	XF2 esetén: átlag: 6,5 tömeg%, egyedi: 7,5 tömeg%	XF2 esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2
	XF4 esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2	XF4 esetén: átlag: 4,0 tömeg% egyedi: 5,0 tömeg%	XF4 esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2

Peremes hámlasztásos **Bemerítéses kockavizsgálat** **Kapilláris vízfelszívásos**

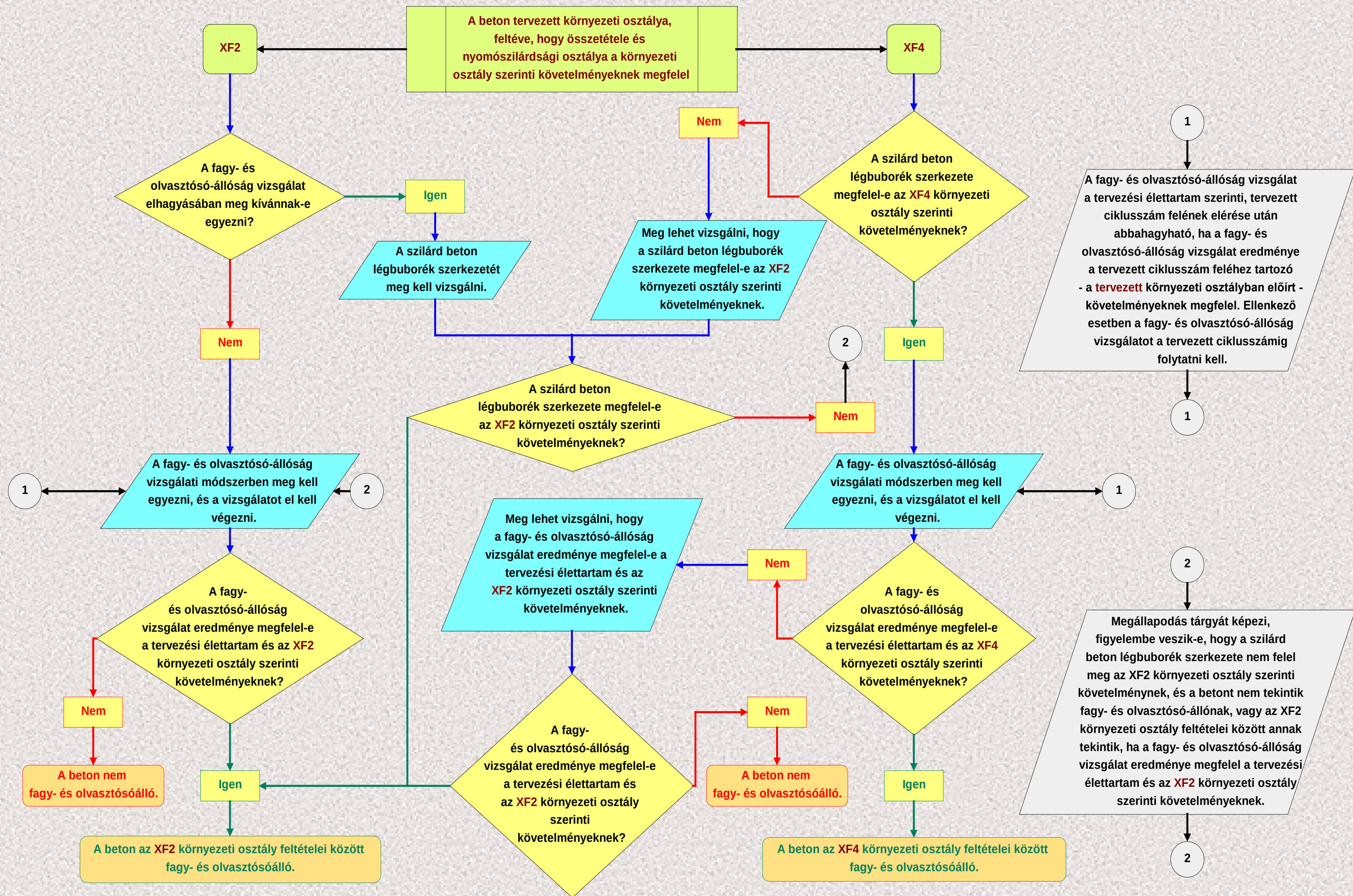
fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat, MSZ CEN/TS 12390-9:2007

Az ábra forrása: DAfStb Heft 560. *E. Siebel* et al. Beuth Verlag GmbH, 2005.

Slab-Test	Würfelverfahren	CIF/CDF-Test
Plastikfolie, Temperaturfühler, Dichtungs-gummi, Prüfflüssigkeit, Gummiab-dichtung, Prüfkörper, Wärmedämmung	Temperaturfühler, Prüfflüssigkeit, Prüfkörper, Prüfkörper	30 ± 20, Probekörper, Prüflüssigkeit, Kühlflüssigkeit
4 Platten (150 x 150 x 50) mm³	4 Würfel (100 x 100 x 100) mm³	5 Platten (150 x 150 x 70) mm³ nach [29] 150 x 110 x 70) mm³ nach [147, 149]
gesägt (Würfelmitte)	geschalt	geschalt (Teflonschalung)
1 d Form 6 d unter Wasser bei 20 °C 21 d Klimaraum (20/65)	1 d Form 6 d unter Wasser bei 20 °C 20 d Klimaraum (20/65)	1 d Form 6 d unter Wasser bei 20 °C 21 d Klimaraum (20/65)
3 d mit aufstehender Prüfflüssigkeit	1 d in Prüfflüssigkeit untergetaucht	7 d in Prüfflüssigkeit 5 mm tief eingetaucht



Próbatest peremes hámlasztási fagyállóság vizsgálat után



Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat folyamatábrája nagyobb léptékben itt látható:
http://www.betonopus.hu/notesz/fagyallosagi-folyamatabra.pdf

A betonok fagy- és olvasztósó-állóságának vizsgálatáról részletesebben itt tájékozódhat: http://www.betonopus.hu/notesz/fagyallobeton.pdf

Légbu… …zó adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 … XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

MSZ EN 13877-2:2013 Betonburkolatok.
2. rész: Betonburkolatok rendeltetésnek megfelelő követelményei

4.5. Fagyási-olvadási ciklusokkal szembeni ellenállás

A fagyás-olvadási ciklusokkal szembeni ellenállás meghatározásának a prEN 12390-9 szerinti vizsgálaton kell alapulnia.

A fagyás-olvadási ciklusokkal szembeni ellenállás kategóriái az 5. táblázat szerintiek legyenek.

5. táblázat: A fagyási-olvadási ciklusokkal szembeni ellenállás kategóriái

Kategória	Tömegcsökkenés 28 ciklus után (m_{28})	Tömegcsökkenés 56 ciklus után (m_{56})	A csökkenés aránya m_{56}/m_{28}
FT0	Nincs követelmény	Nincs követelmény	Nincs követelmény
FT1	Átlagosan 1,0 kg/m^2 nincs > 1,5 kg/m^3 egyedi érték	Nincs követelmény	Nincs követelmény
FT2	Átlagosan 0,5 kg/m^3	Átlagosan 1,0 kg/m^2 nincs > 1,5 kg/m^3 egyedi érték	≤ 2

MSZ 4798:2016 szabvány NAD 10. táblázata: Légbuborékképző adalékszerrel készített szilárd, fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-álló beton légbuborék szerkezeti követelménye

Környezeti osztály	***XF2 és XF3***	***XF4***
Távolsági tényező, legfeljebb, mm	***0,22***	***0,18***
0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége, legalább, térfogat%	***1,2***	***2,1***
Megjegyzés: A szilárd beton légbuborék szerkezetét (a távolsági tényezőt és a 0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű légbuborékok mennyiségét) az MSZ EN 480-11 szerint kell meghatározni. A szilárd beton légbuborék szerkezetének az értékeléséhez ismerni kell a beton pontos összetételét is.		

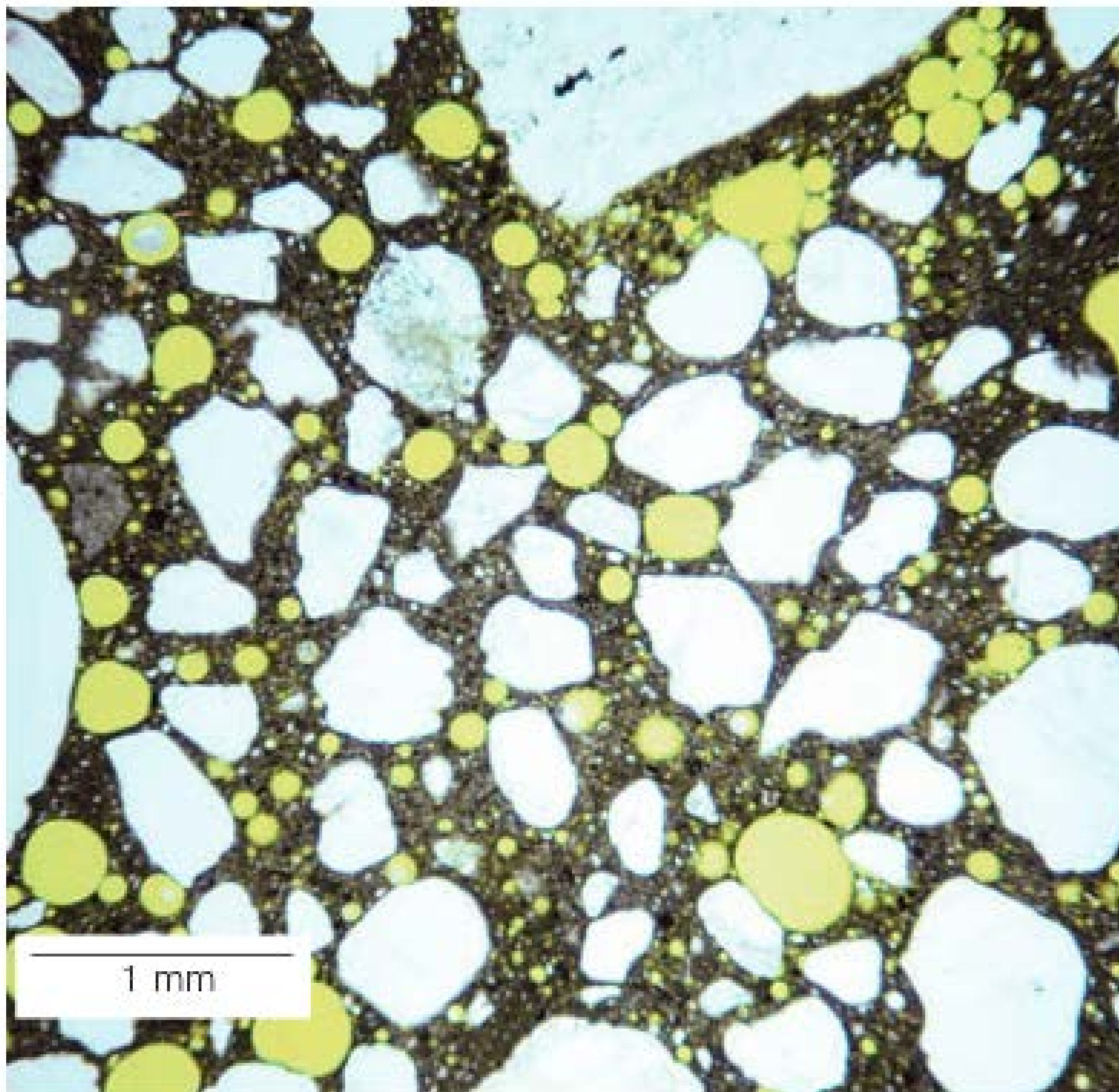
Útbetont, térburkolatot, repülőtéri pálya betonburkolatot mindig légbuborékképzős betonból, ún. LP-betonból kell készíteni!

Légbuborékképzős beton, ún. LP-beton felülete





Légbuborékképzős beton, ún. LP-beton felülete ötszörös nagyítású nagyítón nézve
0,1 mm beosztású skála
1 mm
2016.11.08 12:42

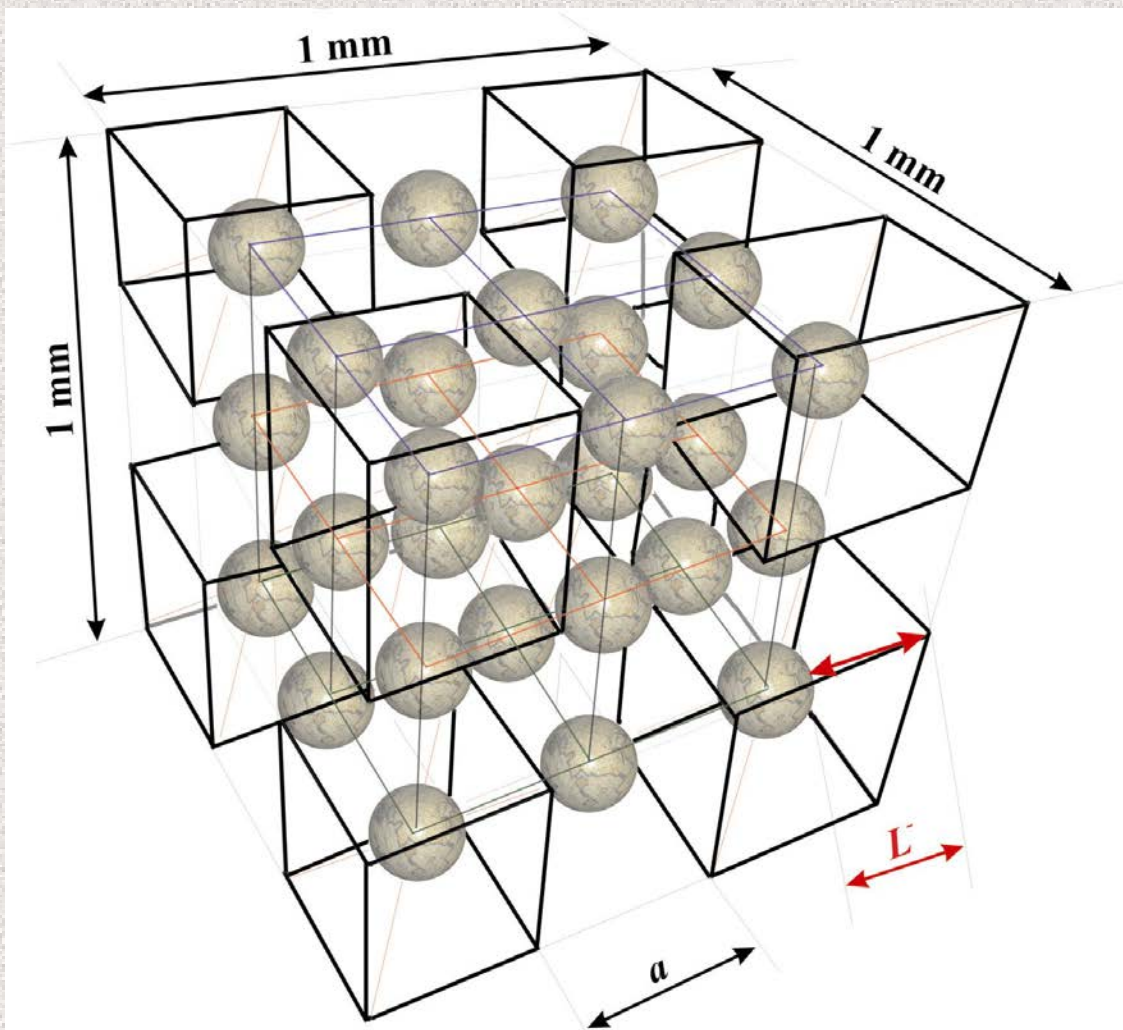


Mikroskopische Aufnahme eines Dünnschliffs — gleichmäßige Verteilung von Mikroluftporen in einer Betonfahrbahndecke mit CEM II/B-S 42,5 N (st) (baubegleitende Untersuchungen)

Légbuborékos beton vékonycsiszolatának fényképe.

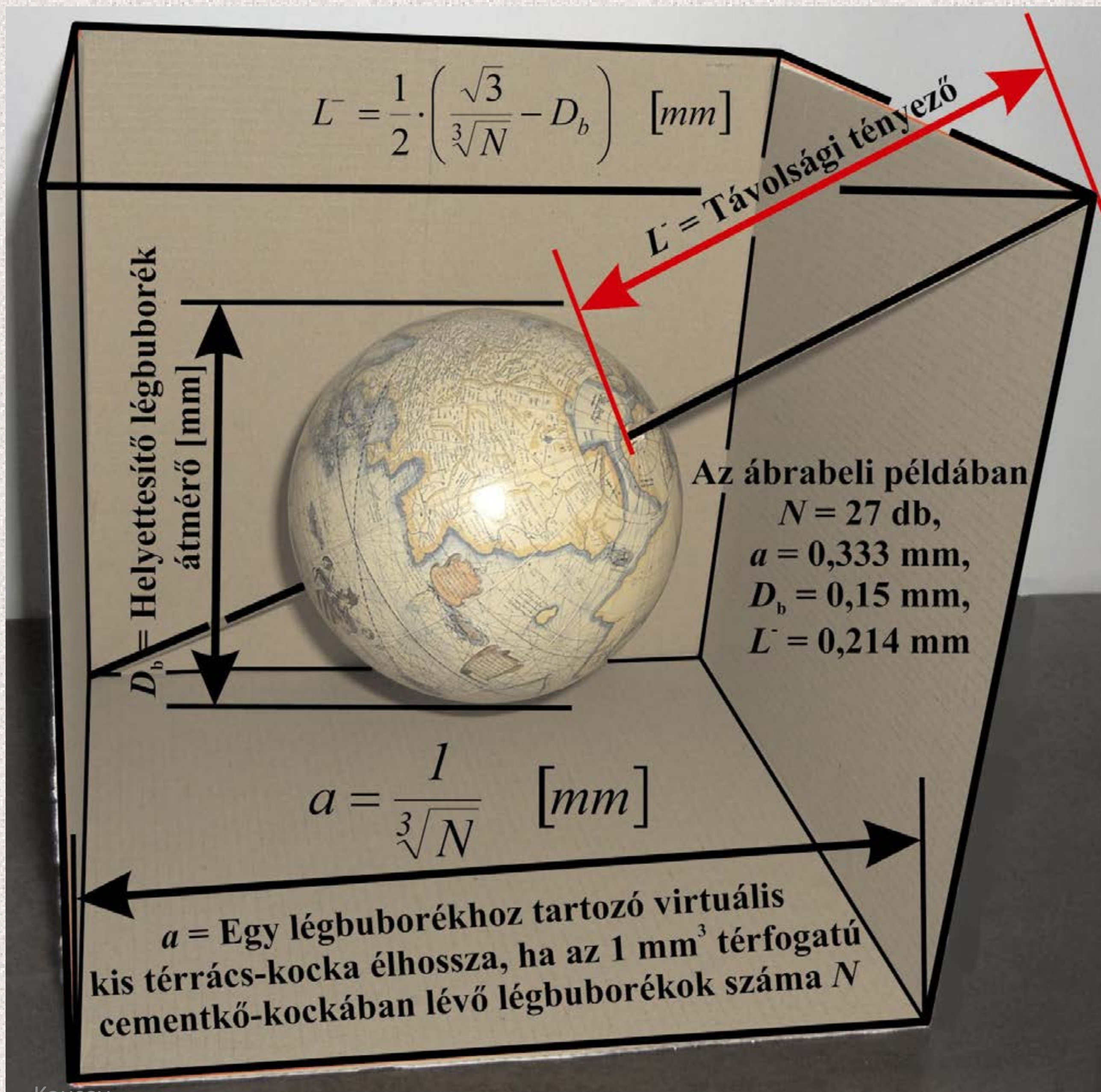
A légbuborékokat sárga színező anyaggal töltötték ki.

Forrás: http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/Zement%20Verkehrsflaechen.pdf



Az 1 mm^3 térfogatú virtuális cementkő-kockában köbös térrács szerint elhelyezkedő, az ábrabeli példában a D_b = 0,15 mm névleges átmérőjű légbuborékok száma: N = 27 db, egy légbuborékhoz tartozó kis térrács-kocka élhossza: $a = N^{-1/3}$ = 0,333 mm, a távolsági tényező: L = 0,214 mm

Az idealizált cementkő-modellben egyforma méretű, gömb alakú légbuborékok egyenletes eloszlásban, köbös térrácsban helyezkednek el.



Az idealizált légbuborék szerkezetnek ugyanakkora az összes térfogata és a térfogati fajlagos felülete, mint a tényleges hatékony légbuborék szerkezetnek.

$$L^{-} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt[3]{N}} - D_b \right) \quad [mm]$$

L^{-} = Távolsági tényező

D_b = Helyettesítő légbuborék átmérő [mm]

Az

mm,

,15 mm,

= 0,214 mm

m]

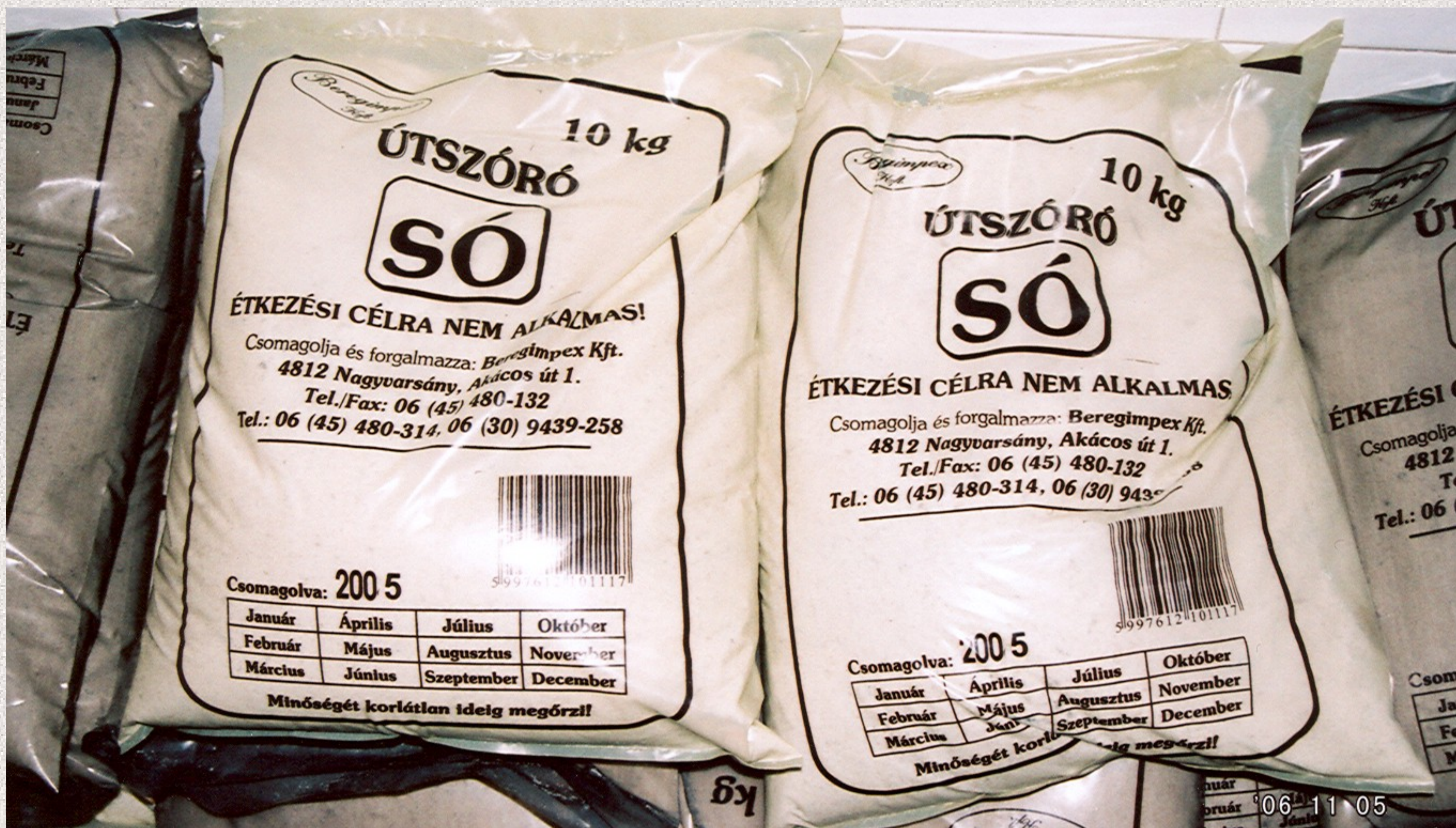
khoz tartozó virtuális

lhossza, ha az 1 mm³ térfogatú

kában lévő légbuborékok száma N

A légbuborék-tartalomról és a távolsági tényezőről részletesebben itt lehet olvasni:
http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/58-legbuborek.pdf

Az id
lé ek
zetnek
yanakkora
az összes
térfogata és a
térfogati
fajlagos
felülete,
mint a
tényleges
hatékony
légbuborék
szerkezetnek.



A só (nátrium-klorid) jégolvasztó hatásáról itt lehet olvasni:
http://www.betonopus.hu/szakmernoki/174-olvasztoso.pdf

Cementek és kiegészítőanyagok alkalmazása nem tengervízből származó kloridok okozta kémiai korrózióveszély esetén (XD környezeti osztályok)

Környe-zeti osztály	Meghatá-rozó agresszív hatóanyag	Környezeti hatás következménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XD1	Kloridok	Acélbetét	Lyuk-korrózió	CEM III/B	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V), CEM II/B-S + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD2	Kloridok	Acélbetét	Lyuk-korrózió	CEM III/B	CEM II/B-V+ 11% D	CEM III/A	CEM I, CEM II/A, CEM II/B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD3	Kloridok	Acélbetét	Lyuk-korrózió	CEM III/B	CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD1	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	Lyuk-korrózió és duzza-dás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM II/B-S-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR
XD2	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	Lyuk-korrózió és duzza-dás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM III/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II; CEM III/A
XD3	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	Lyuk-korrózió és duzza-dás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR

Cementek és kiegészítőanyagok alkalmazása nem tengervízből [illegible]mazó kloridok okozta kémiai korrózióveszély esetén (XD környezeti osz[illegible]

Környe-zeti osztály	Meghatá-rozó agresszív hatóanyag	Környezeti hatás következménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg [illegible]	[illegible]
				megoldás a korrózióállsá[illegible]			
XD1	Kloridok	Acélbetét	Lyuk-korrózió	CEM III/B	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-V, CEM II/B-[illegible] CEM II/B-S + 11% [illegible]	[illegible]	[illegible]egészítőanyag nélkül, [illegible]EM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD2	Kloridok	Acélbetét	Lyuk-korrózió	CEM III/B	[illegible]	[illegible] III/A	CEM I, CEM II/A, CEM II/B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD3	Kloridok	Acélbetét	Lyuk-korrózió	CE[illegible]	[illegible]	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD1	Kloridok és szulfátok	[illegible]	Lyu[illegible] k[illegible]	[illegible]	[illegible] 5 + 11% D, [illegible]-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM II/B-S-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM III/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II; CEM III/A
XD3	[illegible]ok	[illegible]	[illegible]yuk-korrózió és duzza-dás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR

A táblázat nagyobb léptékben és bővebb tartalommal itt található:
http://www.betonopus.hu/notesz/cementek-korroziv-korny.pdf

A beton XD2 környezeti osztályba sorolásáról és az acélbetét klorid-korróziójáról itt lehet olvasni:
http://www.betonopus.hu/notesz/xd2-korny-osztalyba-sorolas.pdf

e-UT 06.03.31:2016 Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények (Tervezet)

5.1.1. Cement

Beton pályaburkolatok építéséhez az alábbi, az MSZ EN 197-1:2011, illetve az MSZ 4737-1:2013 szabványnak megfelelő cementek alkalmazhatók:

Portlandcement:	**CEM I 42,5, CEM I 32,5, CEM I 32,5 N-LH**
Kohósalak-portlandcement:	**CEM II/A-S 42,5, CEM II/A-S 32,5, CEM II/B-S 42,5, CEM II/B-S 32,5**
Pernye-portlandcement:	**CEM II/A-V 42,5, CEM II/A-V 32,5**
Trasz-portlandcement:	**CEM II/A-P 42,5, CEM II/A-P 32,5**
Kohósalakcement:	**CEM III/A 32,5 N-MSR (MSZ 4737-1:2013),**
	CEM III/A 32,5 R-MSR (MSZ 4737-1:2013),
	CEM III/B 32,5 N-SR

MSZ EN 197-1:2011 Cement. 1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

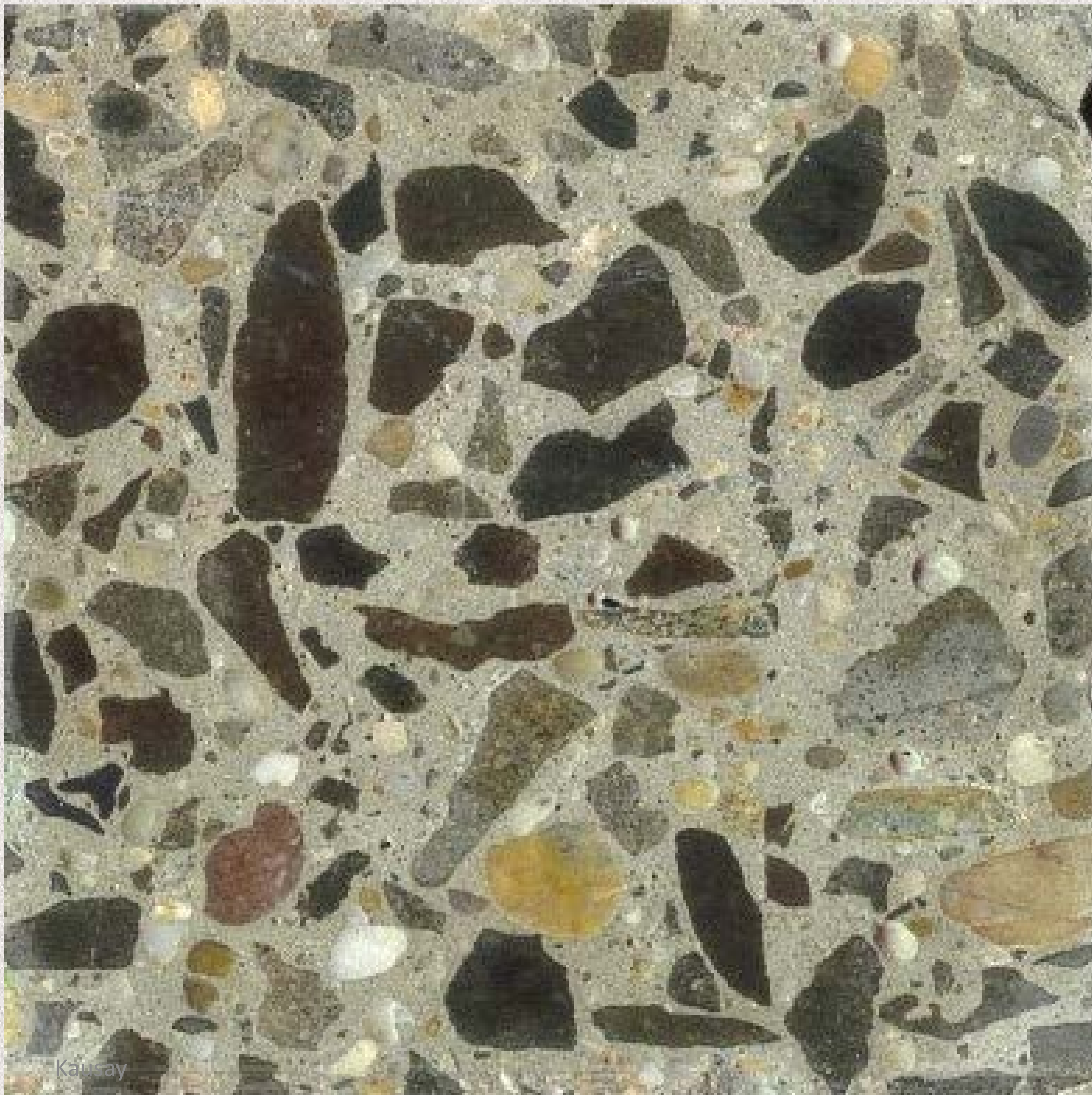
MSZ 4737-1:2013 Különleges cementek. 1. rész: Mérsékelten szulfátálló cementek

Tafel D.14: Höchstzulässige Alkaligehalte von Zementen für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton nach TL Beton – StB 07, Tabelle 2 (Fahrbahndeckenzement bei Feuchtigkeitsklasse WS)[1)]

Zement	Hüttensandgehalt [M.-%]	Alkaligehalt des Zements Na_2O-Äquivalent [M.-%]	Alkaligehalt des Zements ohne Hüttensand bzw. gebranntem Schiefer Na_2O-Äquivalent [M.-%]
CEM I	-	≤ 0,80	-
CEM II/A-S, -T, -LL	-	≤ 0,80	-
CEM II/B-T	-	-	≤ 0,90
CEM II/B-S	21 ... 29	-	≤ 0,90
CEM II/B-S	30 ... 35	-	≤ 1,00
CEM III/A	36 ... 50	-	≤ 1,05

1) Die Feuchtigkeitsklasse WS gilt für Gesteinskörnungen in Fahrbahndecken aus Beton der Bauklassen SV und I bis III gemäß RStO (Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen).

Útbetonokhoz használt cementek megengedett legnagyobb alkálifém-tartalma Németországban

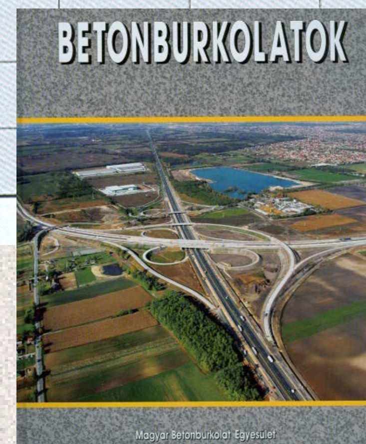


Útbeton szövet-szerkezete

A durva adalék-anyagnak legalább a 30%-a zúzottkő.

9.5. táblázat. Betonburkolati betonkeverék készítésre alkalmas termékeket előállító magyarországi kőbányák és kavicsbányák

Gyártó üzem	Gyártó neve	Gyártó címe	Előállított termék jellemzői: feldolgozott kőzet neve	LA	MDE	MS	PSV	termék osztály
Kőbánya	Basaltker	Uzsa	bazalt	15	15	18	50	NZ, KZ
	Colas Északkő	Szob	andezit	25	20	18	56	NZ, KZ
		Nógrádkövesd	andezit	20	20	18	50	NZ, KZ
		Recsk	andezit	20	15	18	50	NZ, KZ
		Tálya	andezit	20	15	18	50	NZ, KZ
	Tarnóca Kőbánya	Kisnána	andezit	20	15	18	56	NZ, KZ
	STRABAG KÖKA	Komló	andezit	15	15	18	50	NZ, KZ
Kavicsbánya	HEKA Rt	Hegyeshalom	kvarckavics	35	10	18		H, OK, TK
	Lasselsberger Hungária	Kiskunlacháza	kvarckavics					
		Nyékládháza	kvarckavics					
	STRABAG KÖKA	Öttevény	kvarckavics					



e-UT 06.03.31:2016 Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények

2. táblázat - A betonrétegekbe alkalmazható kőváz anyagok előírt követelményei

Mosott felületképzés esetén követelmény a felső betonra

Megnevezés	A beépítés helye	
	CP 4,5/3,5 (CP4,5/3), CP 4/2,7 szilárdsági osztály, legalább	CP 3,5/2,4, CP 3/2 szilárdsági osztály, legalább
	A termék megnevezése	
	Zúzottkő	Zúzott kő, zúzott kavics
Kőzetfizikai jellemző: – Los Angeles aprózódás – Mikro-Deval aprózódás – Magnézium-szulfátos kristályosítás	LA_{20} MDE_{15} MS_{18} MS_{10}(H)	LA_{25} MDE_{20} MS_{18} MS_{15}(H)
Termékosztály	KZ, NZ, ZK	NZ, ZK
Lemezesség	FI_{20}	FI_{50} FI_{35}
Csiszolódási osztály	legalább PSV_{50}	–
	Homok és kavics	
Kőzetfizikai jellemző: – Los Angeles aprózódás – Mikro-Deval aprózódás – Magnézium-szulfátos kristályosítás	LA_{25} MDE_{15} MS_{15}(H) MS_{10}(H)	LA_{50} MDE_{35} MS_{18} MS_{15}(H)
	Osztályozott adalékanyag szemnagysága, szemszerkezete és tisztasága	
Osztályozott adalékanyag	Osztályozott termékek feleljenek meg az MSZ 4798:2016 szabvány NAD E1. és NAD E2. táblázata szerint a szemnagyságok, a szemszerkezet és a tisztaság követelményének	
	Kőliszt nyersanyaga	
Káros finomszem tartalom	Kőliszt nem használható	MBF-érték, ≤ 10 g/kg

e-UT 06.03.31:2016 Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, köve[illegible]vek

2. táblázat - A betonrétegekbe alkalmazható kőváz anyagok előírt köve[illegible]

Mosott felületképzés esetén követelmény a felső betonra

Megnevezés	A beépítés he[illegible]	
	CP 4,5/3,5 (CP4,5/3), CP 4/2,7 szilárdsági osztály, legalább	[illegible] ...abb
	A termé[illegible]	
	Zúzottkő	[illegible]ott kavics
Kőzetfizikai jellemző: – Los Angeles aprózódás – Mikro-Deval aprózódás – Magnézium-szulfátos kristályosítás	LA[illegible] M[illegible] M[illegible]	LA_{25} MDE_{20} MS_{18} MS_{15}(H)
Termékosztály	[illegible]	NZ, ZK
Lemezesség	[illegible]	FI_{50} FI_{35}
Csiszolódási osztály	[illegible]	–
	Homok és kavics	
Kőzetfizikai jellemző[illegible] – Los Angeles a[illegible] – Mikro-Deval[illegible] – Magnézi[illegible] kristá[illegible]	LA_{25} MDE_{15} MS_{15}(H) MS_{10}(H)	LA_{50} MDE_{35} MS_{18} MS_{15}(H)
	[illegible]Osztályozott adalékanyag szemnagysága, szemszerkezete és tisztasága	
Osz[illegible]nyag	Osztályozott termékek feleljenek meg az MSZ 4798:2016 szabvány NAD E1. és NAD E2. táblázata szerint a szemnagyságok, a szemszerkezet és a tisztaság követelményének	
	Kőliszt nyersanyaga	
Káros fin[illegible]nszem tartalom	Kőliszt nem használható	MBF-érték, ≤ 10 g/kg

A kőanyagok kőzetfizikai jellemzőiről például itt lehet olvasni:

http://www.betonopus.hu/notesz/eloadas-vetitessel/2008-kozetfizika.pdf

Az adalékanyagok szemnagyságával, szemmegoszlásával ez a dolgozat foglalkozik:

http://www.betonopus.hu/szakmernoki/107-szemmegoszlas.pdf

MSZ EN 13877-1:2013 szabvány 4.3.2. szakasza szerint az adalékanyag névleges legnagyobb szemnagysága a pályaszerkezeti réteg vastagságának legfeljebb *egyharmada* lehet (a visszavont MSZ EN 13877-1:2005 szabványban legfeljebb egynegyede lehetett).

Hézagolt vasalt és folyamatosan vasalt betonburkolatok esetén nem szabad, hogy az adalékanyag névleges legnagyobb szemnagysága a hosszanti acélbetétek közötti távolság *egyharmadánál* nagyobb legyen.

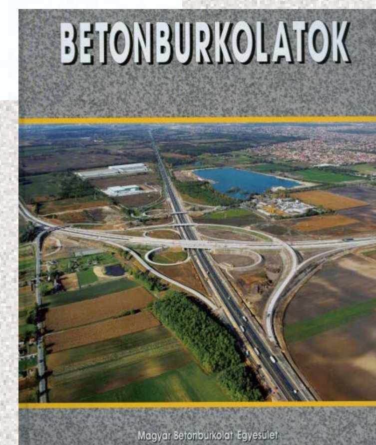
Áthullott tömeg %

100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 0

0,01 0,1 1 10 100

Szemnagyság mm

9.2. ábra. Hengereltbeton burkolatok D_{max} = 22 mm szemnagyságú kővázának javasolt határgörbéi. Finomsági modulus: m_A = 6,58; m_F = 5,46)



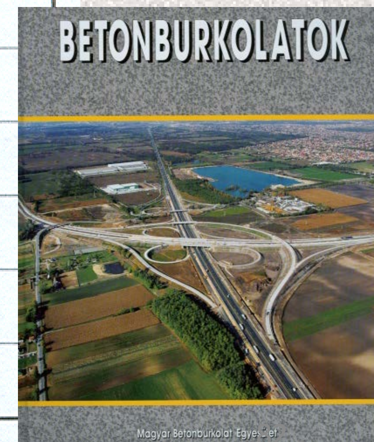
9.18. táblázat.

A hengereltbeton burkolatokhoz Magyarországon alkalmazható D_{max} = 22 mm szemnagyságú kőváz szemmegoszlásának határértékei.

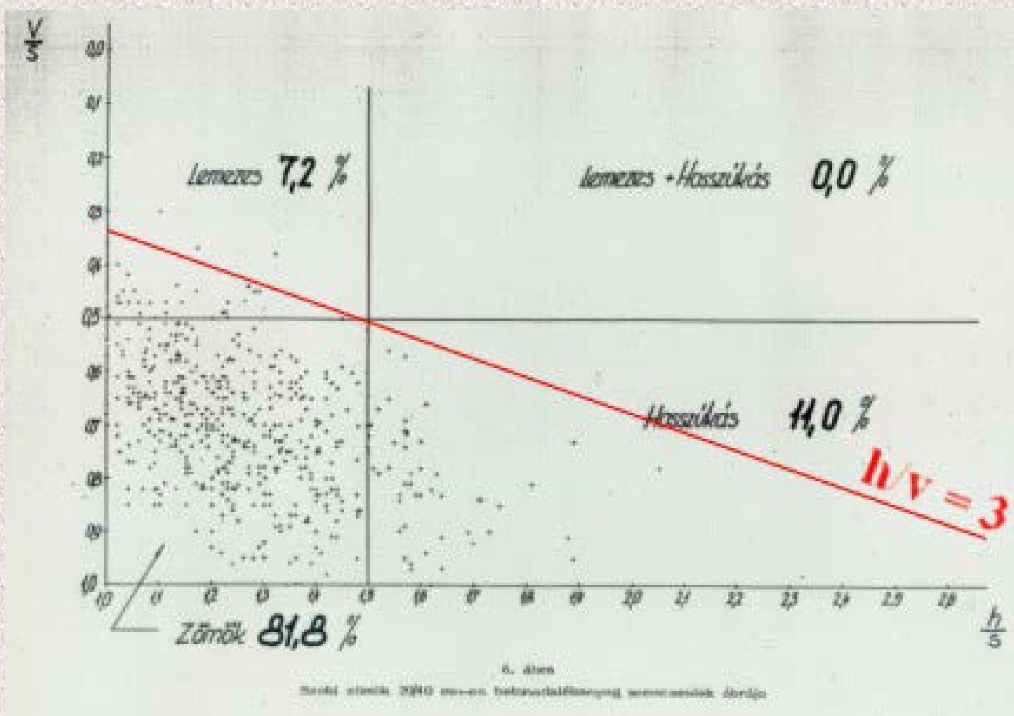
Finomsági modulus: $m_A = 6,58$; $m_F = 5,46$

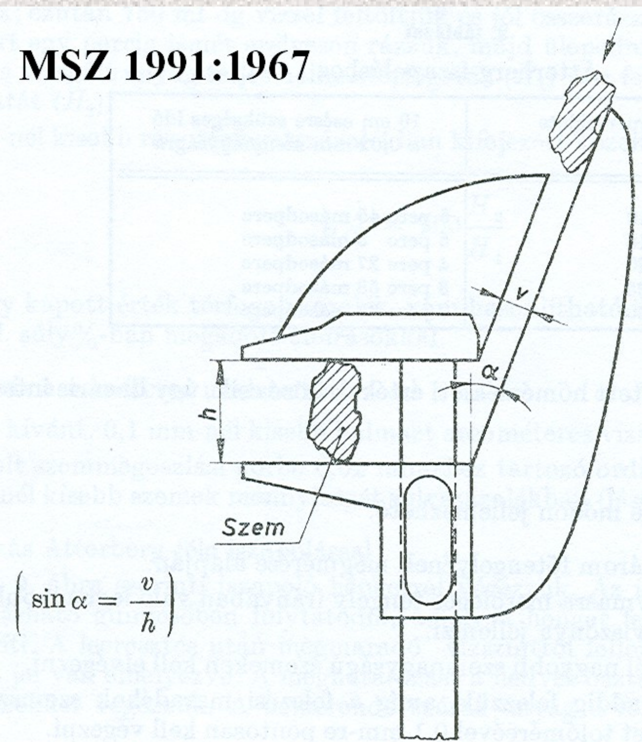
Szemnagyság [mm]	**Előírt határértékek**	
	Alsó határ	**Felső határ**
	Áthullott tömeg %	
32	100	100
22	95	100
16	79	92
8	50	70
4	34	56
2	24	42
1	16	32
0,5	10	24
0,25	6	18
0,125	3	12
0,063	0	8

Kausay



Az zúzottkövek szemalakjáról és a szemalak hatásáról a beton tulajdonságaira, valamint a zúzottkő beton tulajdonságairól például itt lehet olvasni:
http://www.betonopus.hu/szakmernoki/108-szemalak.pdf





Fontos tudni, hogy

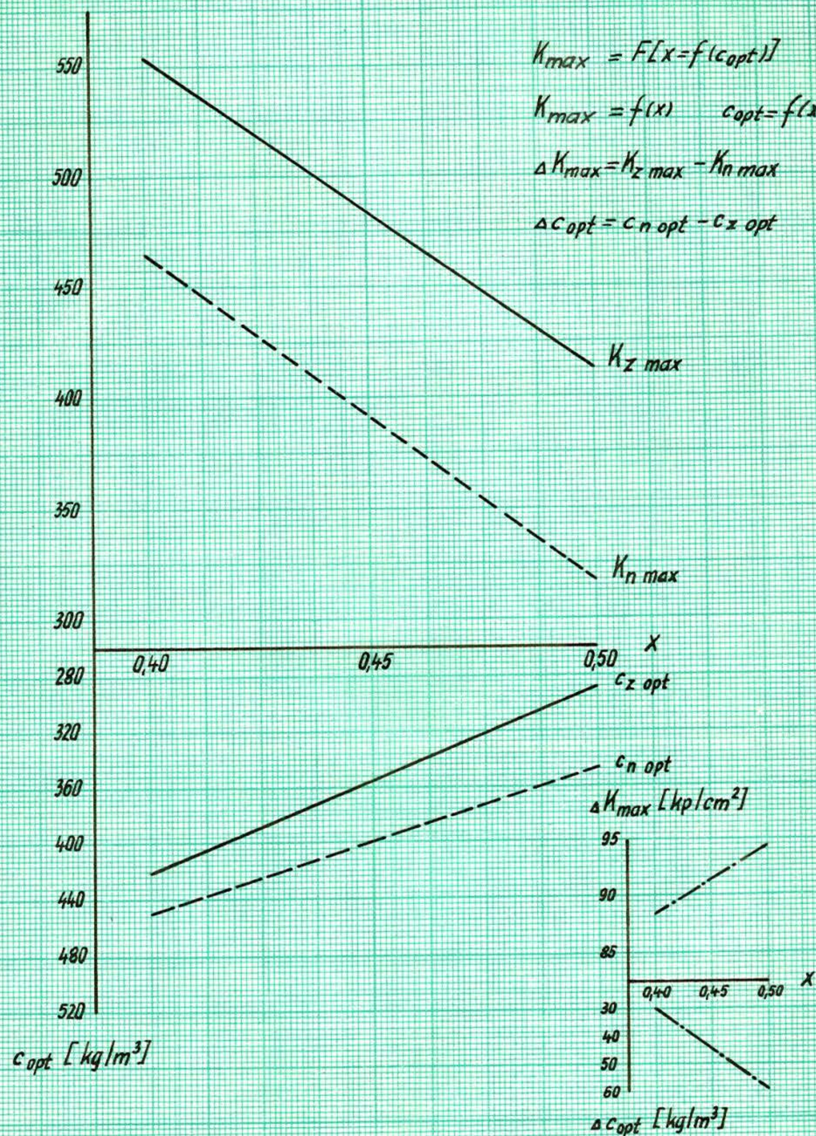
- **a zömök szemalak a beton nyomószilárdsága,**
- **a lemezes+hosszúkás szemalak a beton hajlító-húzószilárdsága szempontjából előnyös, mint azt a következő diakockán látni lehet.**

Újrahasznosított és visszanyert mosott vagy tört adalékanyag pályaszerkezeti beton építéséhez nem alkalmazható, mert a pályaszerkezeti betont XF4 fagy- és olvasztósó-állósági környezeti osztályú légbuborékképzős betonból kell készíteni, amely esetben pedig az MSZ 4798:2016 betonszabvány alábbi E2. táblázata tiltja az újrahasznosított és visszanyert adalékanyag felhasználását, mert abban az XF4 környezeti osztály nem szerepel.

Az újrahasznosított adalékanyag típusa	Környezeti osztály			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	Minden más környezeti osztály[a)]
A típus: (Rc_{90}, Rcu_{95}, Rb_{10-}, Ra_{1-}, FL_{2-}, XRg_{1-})	50 %	30 %	30 %	0 %
B típus[b)]: (Rc_{50}, Rcu_{70}, Rb_{30-}, Ra_{5-}, FL_{2-}, XRg_{2-})	50 %	20 %	0 %	0 %

a) Ismert eredetű, újrahasznosított A típusú adalékanyag alkalmazható azokban a környezeti osztályokban, amelyekre az eredeti betont tervezték legfeljebb 30% helyettesítéssel. *Az XF2, XF3 és XF4 környezeti osztályok esetén az 5.5.5. szakasz (13) bekezdését, az XF1, XF2(H), XF3(H) és XF4(H) környezeti osztályok esetén az 5.5.5. szakasz (14), (15) és (16) bekezdését figyelembe kell venni.*

b) Újrahasznosított B típusú adalékanyagot nem szabad felhasználni olyan betonban, amelynek nyomószilárdsági osztálya > C30/37.



A szemalak hatását vizsgáló betonkisérlet nyomószilárdság és cementigény függvénye

A szemalak hatását vizsgáló betonkisérlet hajlító-húzószilárdság és cementigény függvénye

MSZ EN 13877-2:2013 Betonburkolatok.
2. rész: Betonburkolatok rendeltetésnek megfelelő követelményei

4.7. Tapadás két betonréteg között

Két betonréteg közötti tapadást az EN 13863-2 szabvány szerint kell meghatározni.

A vizsgálandó magminták darabszáma az 5. fejezetben előírt és legalább 9 legyen.

A két betonréteg közötti tapadószilárdság középértéke elégítse ki a következő összefüggést:

$$X_m \geq f_v + 1{,}4\ s_n$$

Akkor járunk el helyesen, ha az s_n szórást a *Student*-tényezővel szorozzuk.

ahol

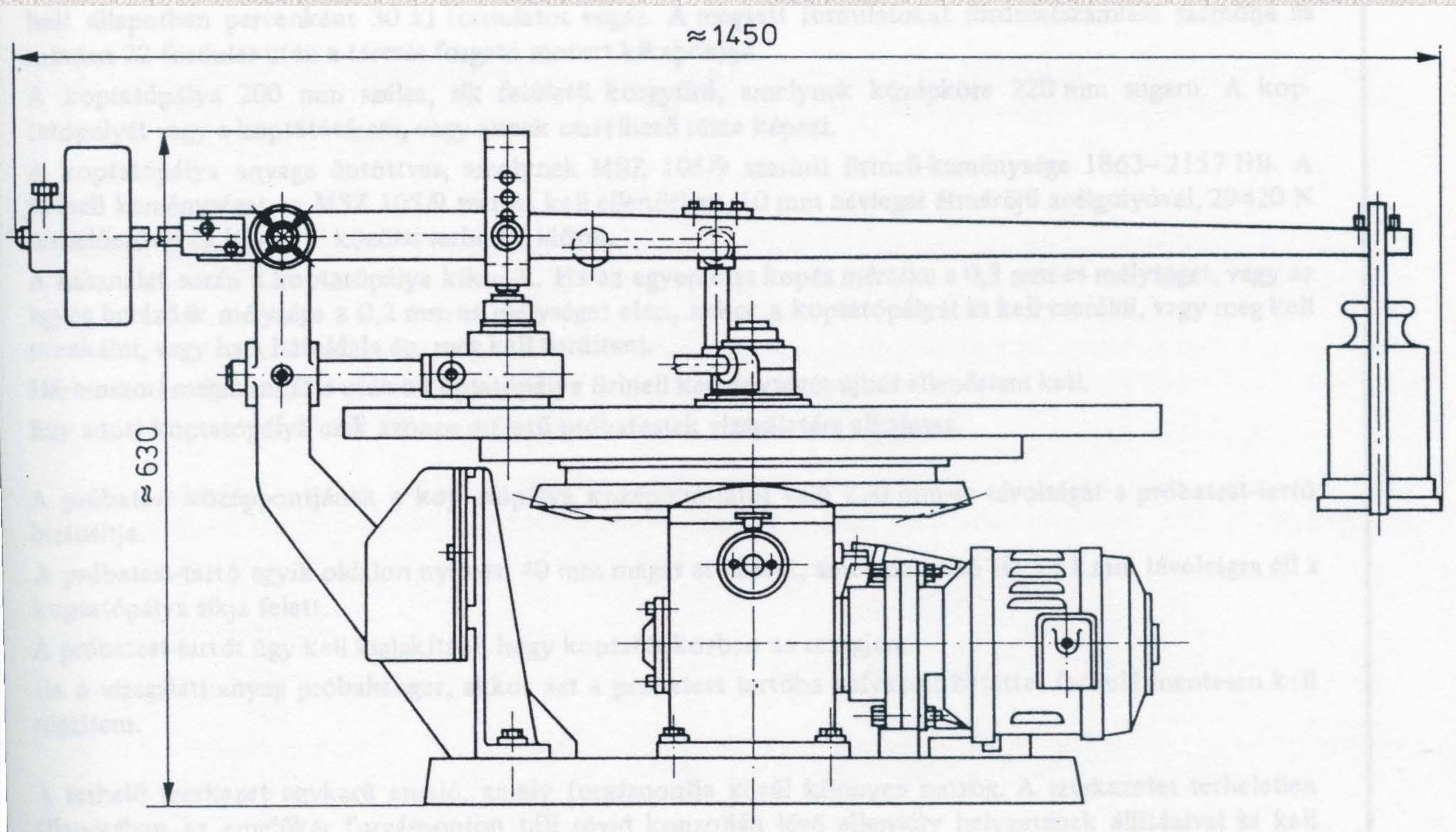
- X_m két betonréteg közötti tapadószilárdság középértéke, newton per négyzetmilliméterben (N/mm^2);
- f_v a szükséges tapadószilárdság, newton per négyzetmilliméterben (N/mm^2);
- s_n szórás; 0,4 értéket kell használni, ha s_n < 0,4.

Megjegyzés: A szükséges (előírt) tapadószilárdság normál beton esetén általában f_v = 1,0 N/mm^2.

MSZ EN 13863-2:2004 Betonburkolatok. 2. rész. Vizsgálati módszer két réteg közötti kötés (tapadási húzószilárdság) meghatározására (A fúrt magminta próbatest mindkét végét le kell vágni, és le kell csiszolni. Az így előkészített és levegőn kiszárított magminta próbatest végeihez acéllemezeket kell ragasztani, majd a próbatestet vizsgálatig víz alatt kell tárolni. Szakítógépben meg kell határozni a két réteg közötti tapadási húzószilárdságot. A próbatestek a vizsgálat idején legalább 28 napos korúak legyenek.)

Kopásálló beton

Magyarországon a beton kopásállóságát az MSZ 18290-1:1981 szabvány szerinti Böhme-féle eljárással kell vizsgálni.



MSZ 18290-1:1981 szerinti *Böhme*-féle koptatógép

Az MSZ EN 14157:2005 szabvány „Method B. Böhme Abrasion Test” elnevezésű módszerének vizsgálati eszköze.

A beton kopásállóságát a Böhme-féle módszerrel legalább 28 napos korú, a vizsgálati eljárástól függően légszáraz vagy vízzel telített állapotú, alapvetően (71 ± 1,5) mm méretű próbakockán kell vizsgálni, de vizsgálható próbahengeren is.

A *Böhme*-féle kopásállóság vizsgálat elve szerint a 294,3 N erővel [(6 kg teher)×(5-szörös áttétel) = 30 kp] terhelt próbatestet percenként 30 fordulatot végző öntöttvas korongon, 487 m hosszú úton, legalább 95 tömeg% alumíniumoxid-tartalmú, (~0,12-0,15 mm szemnagyságú) korund porral kell koptatni szárazon és vizesen. A tárcsa körülfordulásainak száma (16 periódus)×(22 fordulat) = 352 körülfordulás. A koptatópor mennyisége (20 ± 0,19) g/periódus.

A száraz koptatáshoz a beton próbatestet (60±5) °C hőmérsékleten tömegállandóságig kell szárítani, majd exszikkátorban szobahőmérsékletre kell hűteni.

A vizes kopatást vízzel telített próbatesten kell végezni, és a 22 fordulatból álló koptatási periódusonként 10 cm^3 vizet kell vízcsöpögtető feltéttel a koptató pályára juttatni.

A kopásállóságot a térfogatveszteséggel fejezzük ki.

Böhme-féle kopásállóság vizsgálat

A ΔV kopási térfogatveszteség megengedett mértéke mm³-ben		
Környezeti osztály	Száraz koptatás esetén	Vizes koptatás esetén
XK1(H)	14000	21000
XK2(H)	12000	18000
XK3(H)	10000	16000
XK4(H)	8000	14000

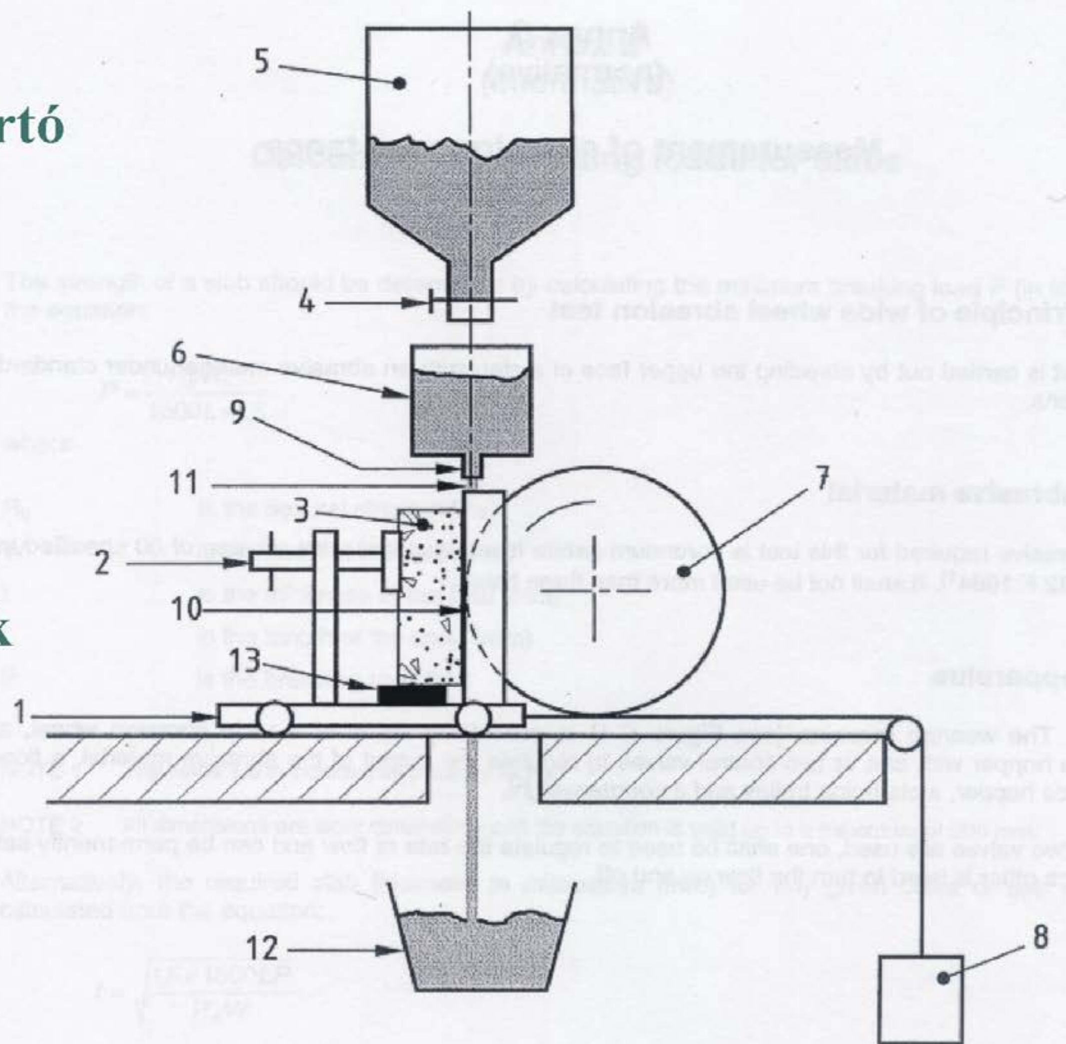
Az MSZ 18290-1:1981 szabvány szerinti Böhme-féle koptatást szárazon (légszáraz próbatesteken) és vizesen is el kell végezni, és ezek eredményei közül a kedvezőtlenebb a mértékadó vizsgálati eredmény.



Koptató hatásnak ellenálló
beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek betonja

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m³	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb
Könnyű szemcsés anyagok, gyalogos forgalom, fúvott kerekes járművek	XK1(H)	C30/37	310	0,50
	Például: Könnyű adalékanyagok, termények stb. tárolására alkalmas silók, bunkerek, tartályok; járdák, lépcsők, garázspadozatok			
Gördülő igénybevétel nehéz terhek alatt, tömör gumi kerekes járművek	XK2(H)	C35/45	330	0,45
	Például: Betonút, görgetett hordalékkal érintkező betonfelületek, villástargonca forgalom			
Csúsztató-gördülő igénybevétel igen nehéz terhek alatt, acél kerekes targonca forgalom	XK3(H)	C40/50	350	0,40
	Például: Repülőtéri le- és felszálló pályák, valamint gurulóutak, nehézipari szerelőcsarnokok, konténerátrakó állomások			
Csúsztató-gördülő igénybevétel igen nehéz terhek alatt, nagy felületi pontosság és pormentesség	XK4(H)	C45/55	370	0,38
	Például: Nehéz terheknek, hernyótalpas járműnek kitett térburkolatok, csarnokok és raktárak betonja. Kemény felületű, pormentes ipari padlóburkolatok			

1. Mozgatható próbatesttartó
2. Állítócsavar
3. Próbatest
4. Szabályozó csap
5. Csiszolópor előtartály
6. Csiszolópor tartály
7. Koptatókorong
8. Ellensúly
9. Csiszolópor kifolyócsonk
10. Kopásnyom
11. Csiszolópor kifolyás
12. Csiszolópor gyűjtő
13. Ék



Az MSZ EN 14157:2005 szabvány szerinti koptatógép.
A „Method A. Wide Wheel Abrasion Test" elnevezésű módszer vizsgálati eszköze.

(2013-ig az MSZ EN 1341:2002 szabvány C mellékletében is megtalálható volt.)



Mosott osztrák útfelület. Forrás: http://www.betonopus.hu/notesz/liptay-betonutak-60.pdf

e-UT 06.03.31:2016 „Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények” című útügyi műszaki előírás 7.2.8. szakasza az érdességről a következőket írja:

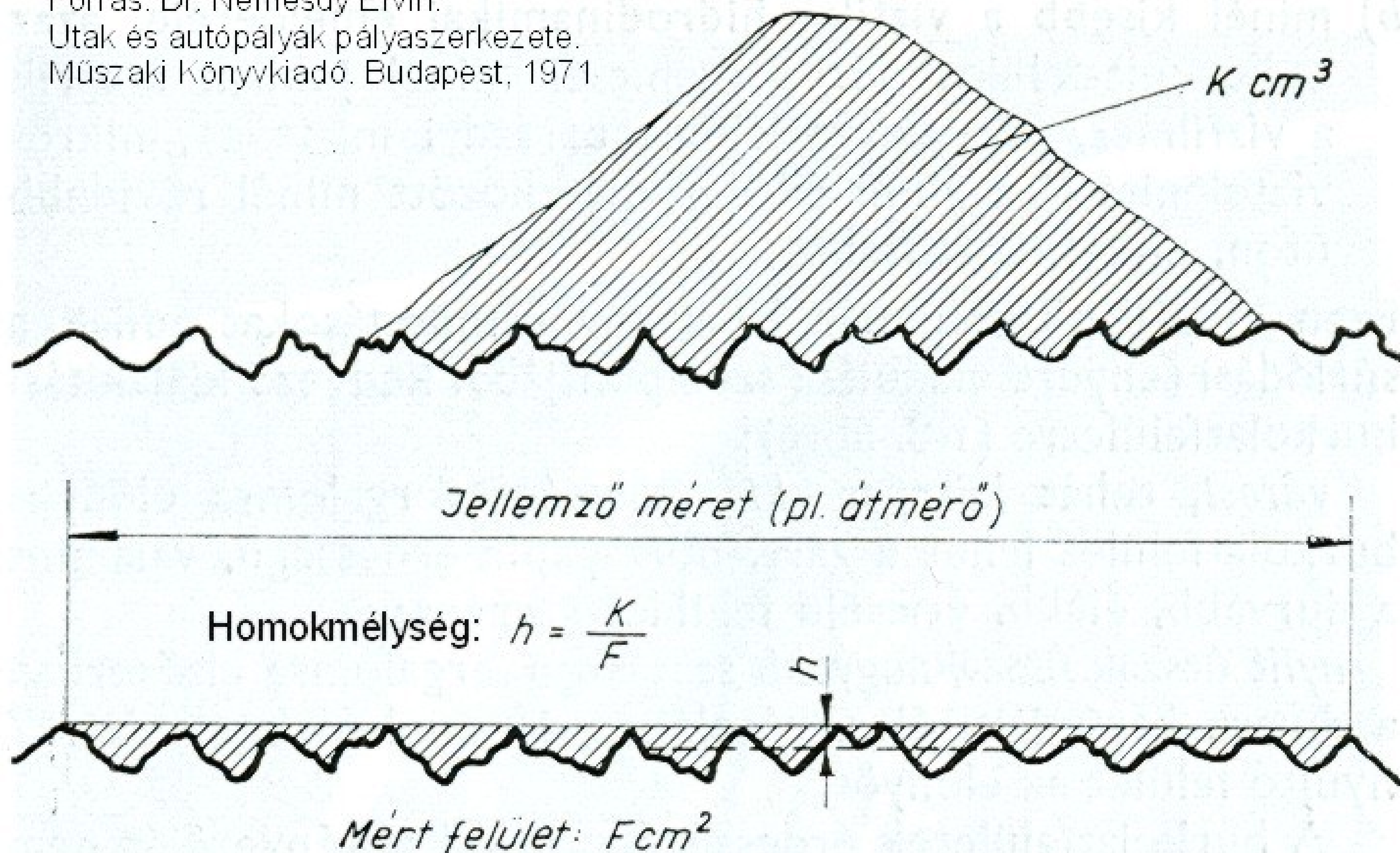
A betonfelület makro- és mikroérdességét egyaránt mérni kell. A makroérdességhez a különböző érdességi szintekre a homokmélység követelményértékeket a 12. táblázat tartalmazza. A homokmélység mérésével jellemzett makroérdesség elsődleges szerepe intenzív eső esetén a pályán összefüggő vízfilm kialakításának megakadályozásában van, elérhető értéke függ a felületképzés módjától.

A betonfelület csúszásellenállása (SRT-érték) a mikroérdességet is jellemzi.

12. táblázat: Betonburkolat felületének érdességi szintjeinek követelményei

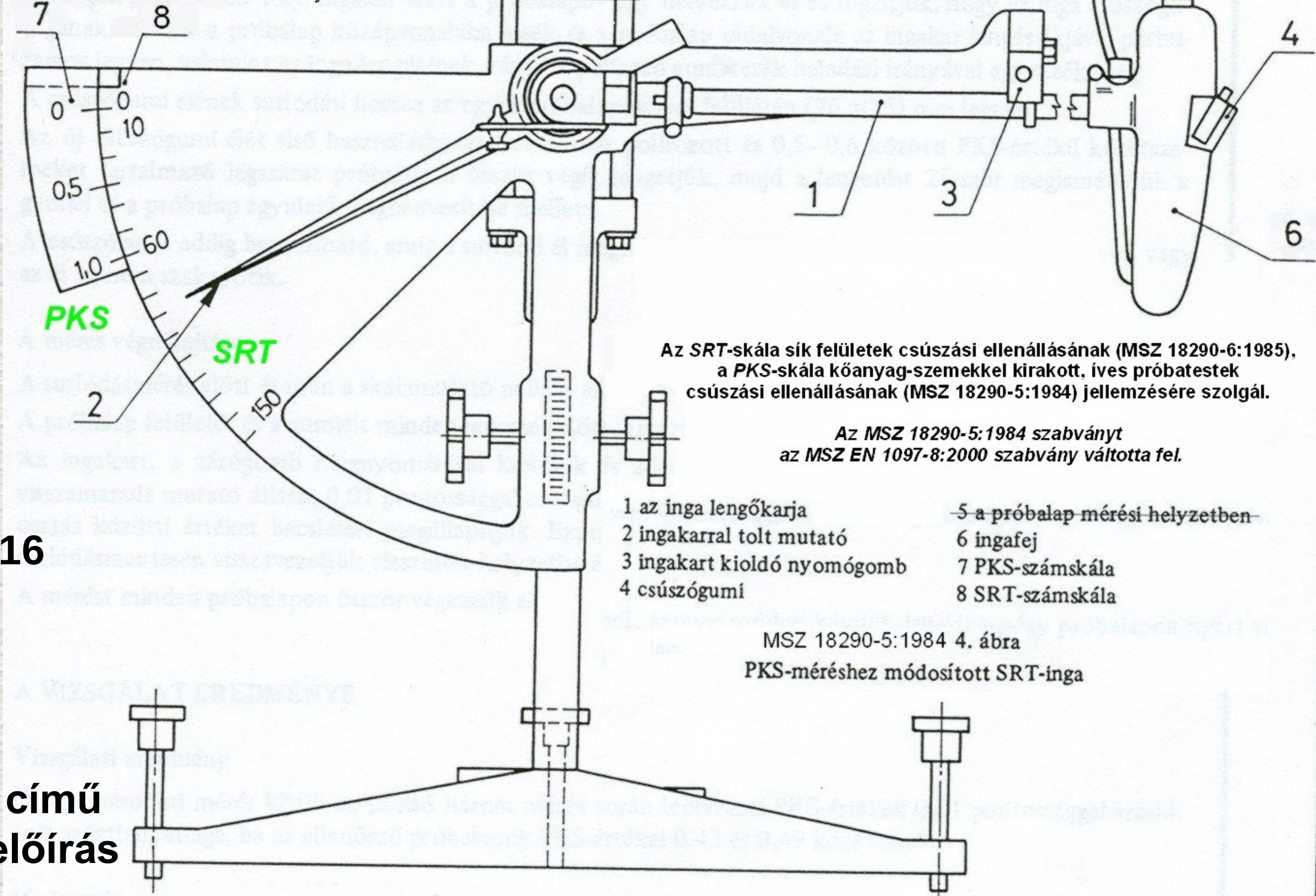
Megnevezés	Homokmélység, mm
1. érdességi szint	≥ 0,5
2. érdességi szint	≥ 0,4
3. érdességi szint	nincs

1994 decemberéig az érdesség-mérést a visszavont MSZ -07-3301:1977 „Útburkolatok érdességének mérése kézi eszközökkel” című szabvány szerint végeztük.



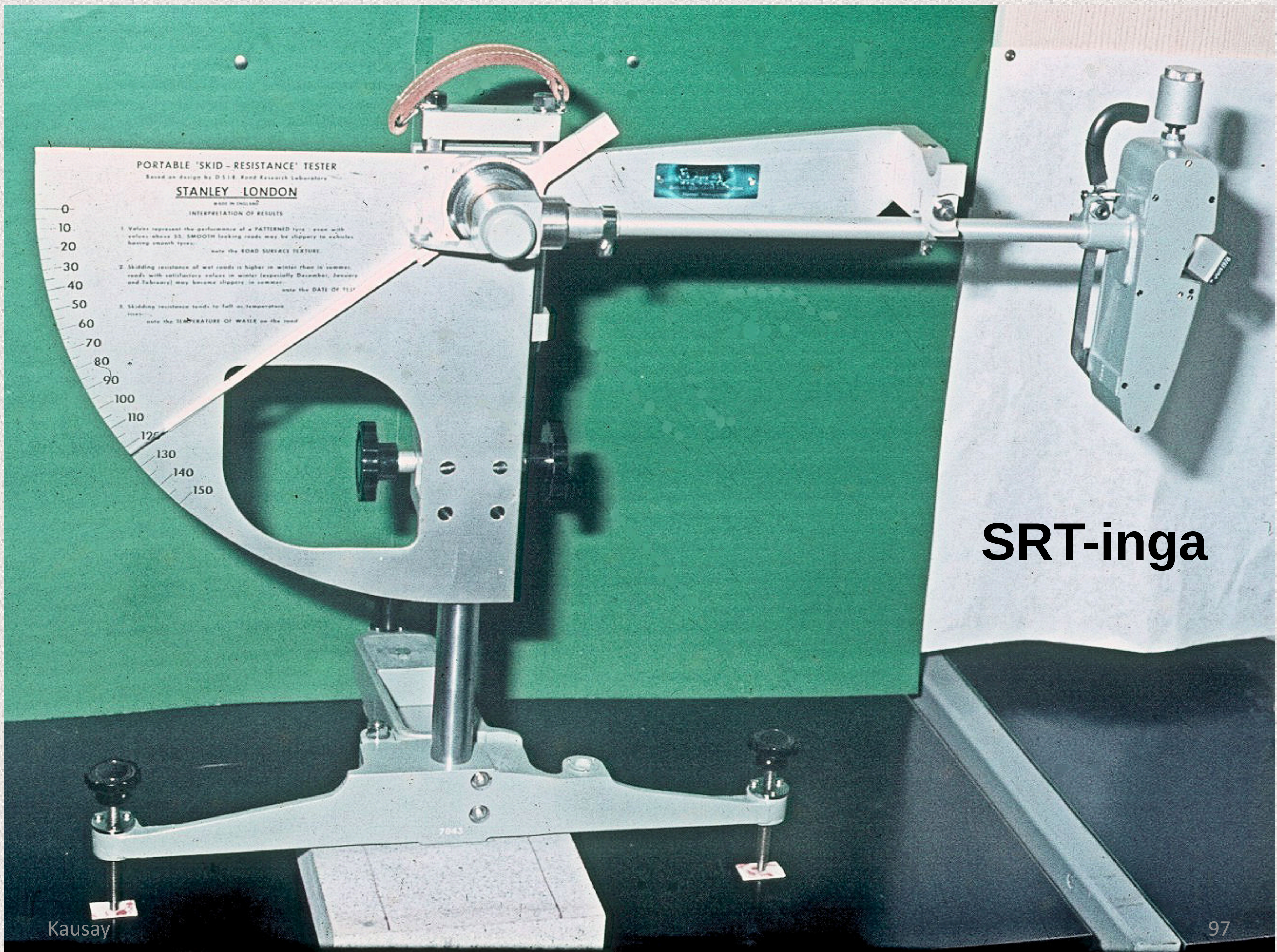
MSZ EN 13036-1:2010 Utak és repülőterek felületi jellemzői. Vizsgálati módszerek. 1. rész: A burkolatfelület makroérdesség-mélységének mérése térfogatmódszerrel

MSZ EN 13036-4:2012 Utak és repülőterek felületi jellemzői. Vizsgálati módszerek. 4. rész: A felület csúszási ellenállásának mérési módszere: ingás vizsgálat

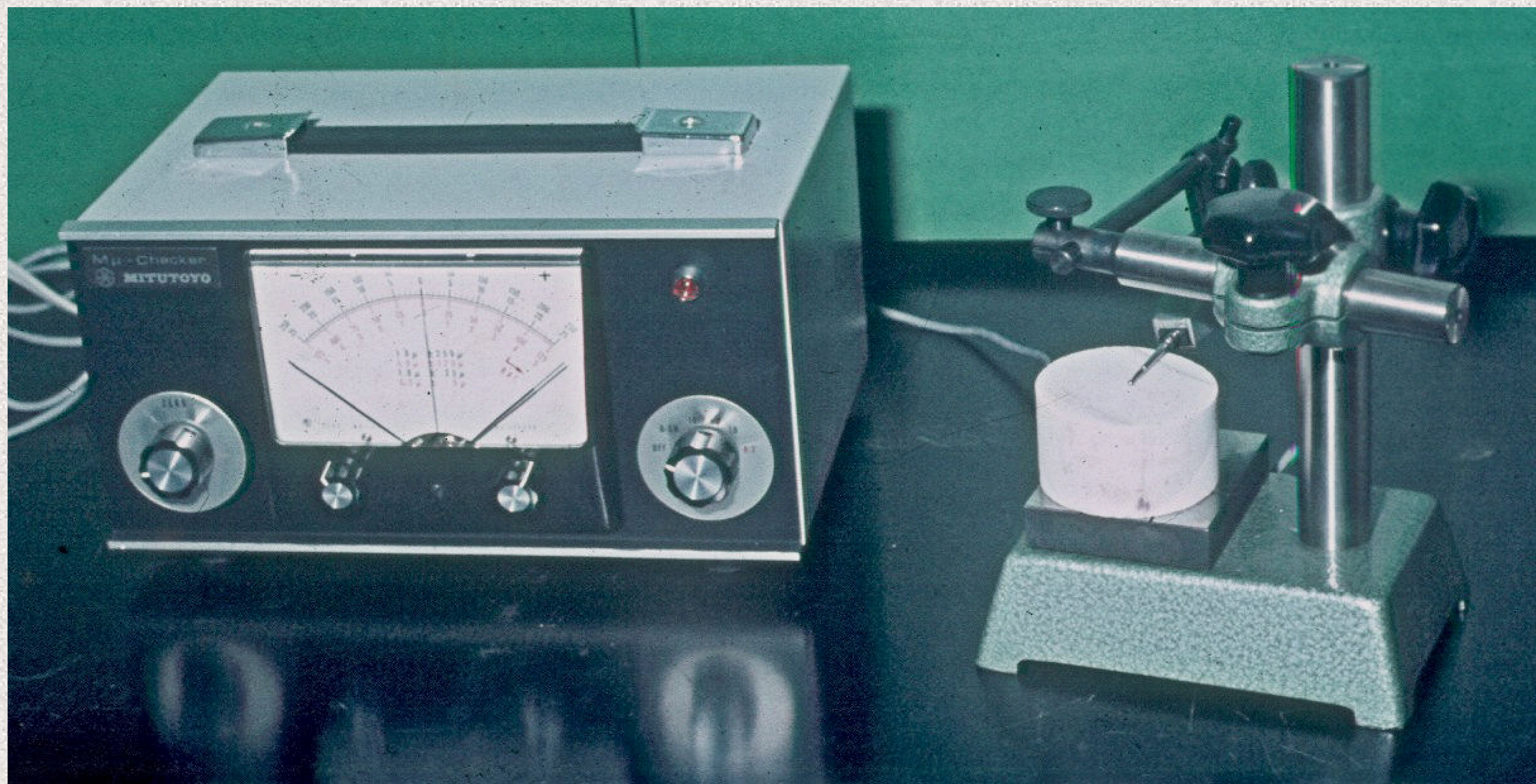


e-UT 06.03.31:2016 „Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények" című útügyi műszaki előírás szerint

az autópályák építése esetében a csúszás-ellenállási követelmény: 60 SRT-érték


PORTABLE 'SKID – RESISTANCE' TESTER
STANLEY LONDON
INTERPRETATION OF RESULTS
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150

SRT-inga



Mitutoyo-típusú érdesség-mérő műszer



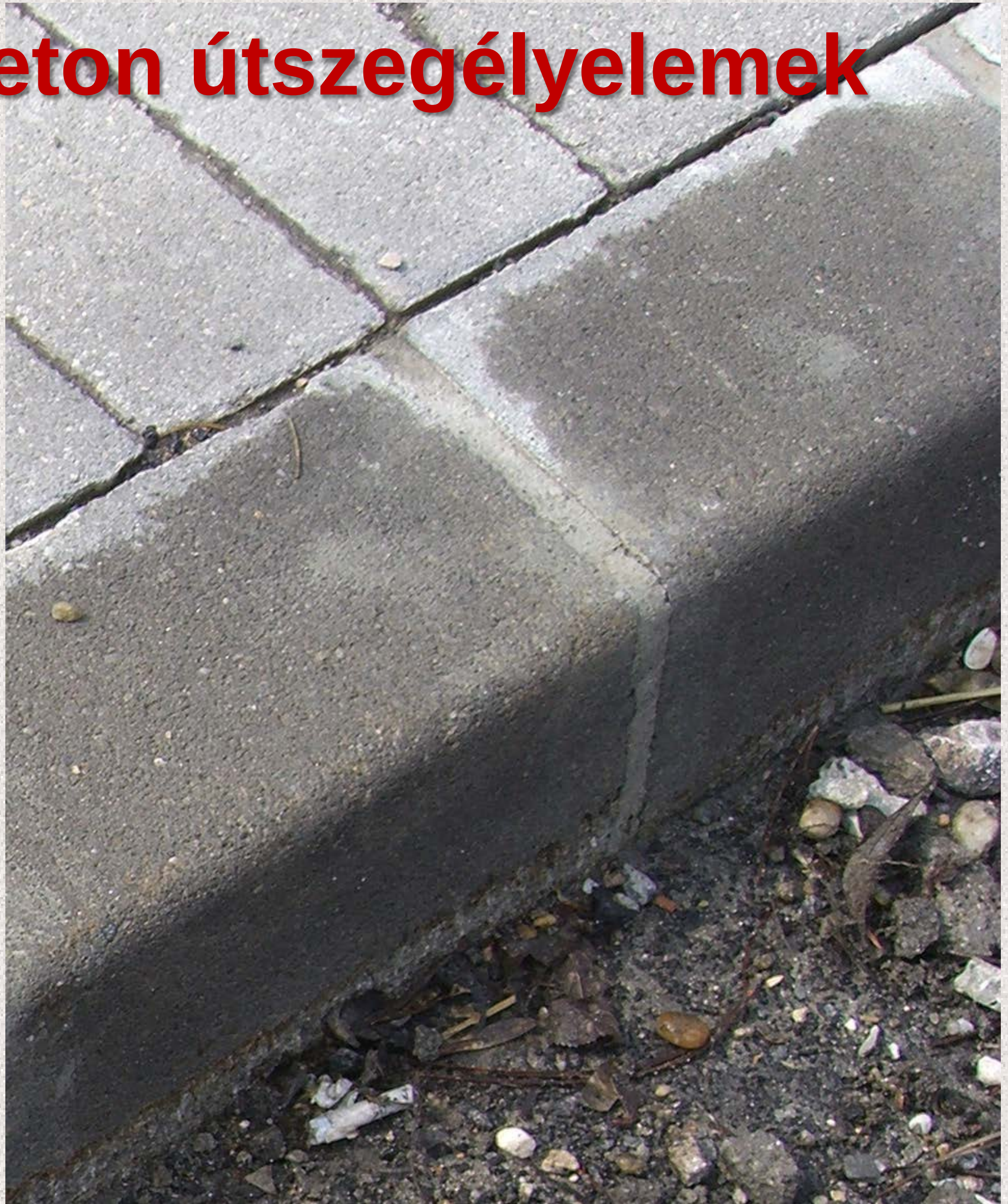
Az előregyártott betonelemek körébe tartoznak a térkövek (útburkoló elemek), járdalapok és útszegélyelemek, amelyek szabványai a következők:

MSZ EN 1338:2003 Beton útburkoló elemek. Követelmények és vizsgálati módszerek

MSZ EN 1339:2003 Beton járdalapok. Követelmények és vizsgálati módszerek

MSZ EN 1340:2003 Beton útszegélyelemek. Követelmények és vizsgálati módszerek

Előregyártott beton útszegélyelemek



Az **MSZ EN 1340:2003 „Beton útszegélyelemek.** Követelmények és vizsgálati módszerek" című szabvány a cementkötésű, vasalatlan beton útszegély elemek, árkok és azok kiegészítő elemeinek anyagait, tulajdonságait, követelményeit és vizsgálati eljárásait írja le. A beton útszegély elemekkel elsősorban közlekedésre használt szilárd felületeket szegélyeznek.

A szabvány 5. „Termékkövetelmények" fejezetében megadják az előregyártott beton útszegély elemek szilárdságának és tartósságának követelményeit, és ezek figyelembevételével az útszegély elemeket szilárdsági és tartóssági tulajdonságaik alapján a következő osztályokba sorolják:

Hajlító-húzószilárdsági osztályok			
Osztály	Megjelölés	Hajlító-húzószilárdság jellemző értéke N/mm^2	Hajlító-húzószilárdság legkisebb értéke N/mm^2
1.	S	≥ 3,5	≥ 2,8
2.	T	≥ 5,0	≥ 4,0
3.	U	≥ 6,0	≥ 4,8
Ha az útszegélyelemek hajlító-húzószilárdsága kialakításuk miatt e szabvány szerint nem vizsgálhatók, akkor abba az osztályba sorolhatók, mint azok a vizsgált útszegélyelemek, amelyekkel legalább azonos betonminőségűek.			

MSZ EN 1340:2003 „Beton útszegélyelemek.

Kopásállósági osztályok			
Osztály	Megjelölés	Kopási veszteség	
		Széles koptatókorongos	Böhme-féle (feltehetőleg „száraz”)
		vizsgálati eljárással meghatározva	
1.	F	Nincs követelmény	Nincs követelmény
3.	H	≤ 23 mm	≤ 20000 mm^3 / 5000 mm^2
4.	I	≤ 20 mm	≤ 18000 mm^3 / 5000 mm^2

MEGJEGYZÉS: Az előregyártott beton szegélykövek MSZ EN 1340:2003 szabvány szerinti H és I jelű Böhme-féle kopásállósági követelménye az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti k14/21 kopásállósági osztállyal teljesíthető, amely az XK1(H) környezeti osztály egyik követelménye.

MSZ EN 1340:2003 „Beton útszegélyelemek.

Vízfelvételi osztályok			
Osztály	Megjelölés	Vízfelvétel, tömeg%	
1.	A	Nincs követelmény	
2.	B	Középérték ≤ 6	
Fagy- és olvasztósó-állósági osztályok, peremes hámlasztási vizsgálat, 3%-os NaCl oldat			
Osztály	Megjelölés	Tömegveszteség 28 ciklus után, kg/m^2	
3.	D	Középérték ≤ 1,0	Egyedi érték ≤ 1,5

MEGJEGYZÉS: Az előregyártott beton szegélykövek MSZ EN 1340:2003 szabványnak az MSZ CEN/TS 12390-9 szerinti peremes hámlasztással (felületvizsgálattal) ellenőrizendő fagy- és olvasztósó-állósági követelményét az MSZ 4798:2016 szabvány XF4 vagy XF4(H) környezeti osztályában teljesíteni lehet.

Az előregyártott beton útszegély elemeket olyan, MSZ 4798:2016 betonszabvány szerinti betonból kell gyártani,

- **egyrészt, amelynek nyomószilárdsági osztálya C30/37, cementtartalma legalább 340 kg/m^3, víz-cement tényezője legfeljebb 0,45 és összes levegőtartalma 4,0 – 8,0 térfogat% közötti érték, ha a beton légbuborékképzővel készül;**
- **vagy amelynek nyomószilárdsági osztálya C40/50, cementtartalma legalább 360 kg/m^3, víz-cement tényezője legfeljebb 0,40 és levegőtartalma legfeljebb 1,0 térfogat%, ha a beton légbuborékképző adalékszer nélkül készül;**
- **másrészt, amelynek fagy- és olvasztósó-állósága nem csak az MSZ EN 1340:2003 szabvány szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelmény szerint, hanem az MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.5. szakasz szerint meghatározva az XF4 és XF4(H) környezeti osztály feltételei szerint is megfelelő.**

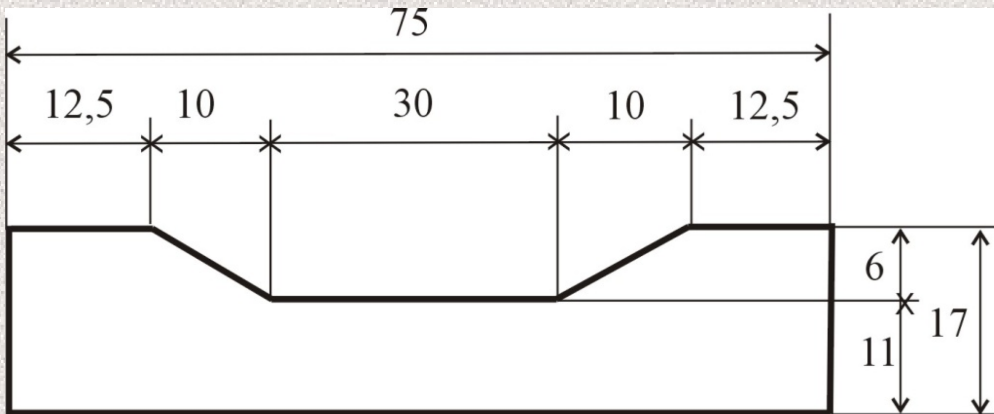




Előregyártott beton folyóka az útmenti vizek elvezetésére.

A beton nyomószilárdsági osztálya C30/37.

Gyártó: Dolomit Kft., Gánt







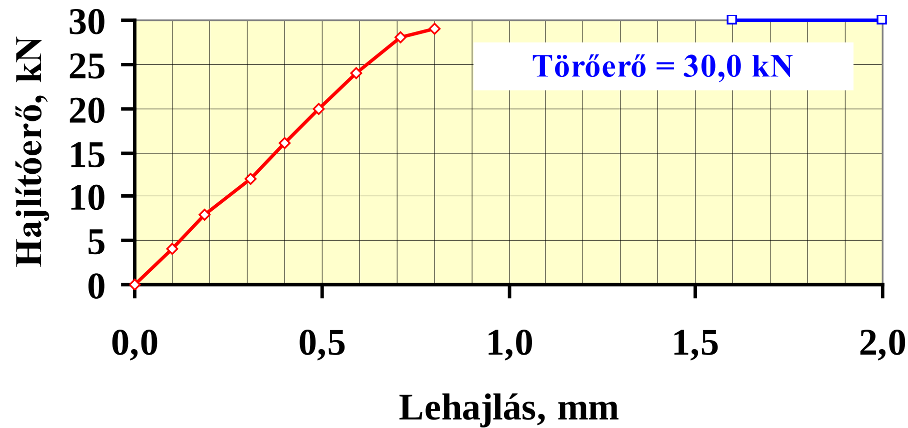
Előregyártott vasalatlan és vasalt beton folyóka elem hajlítási kísérlete.

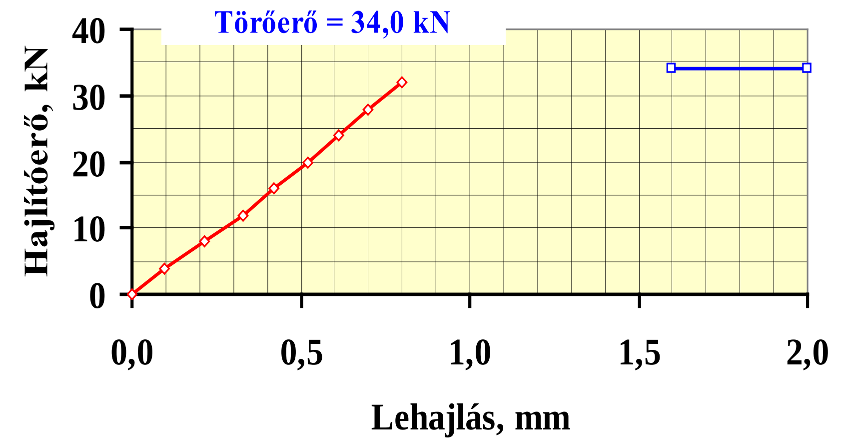
A beton nyomószilárdsági osztálya C30/37.

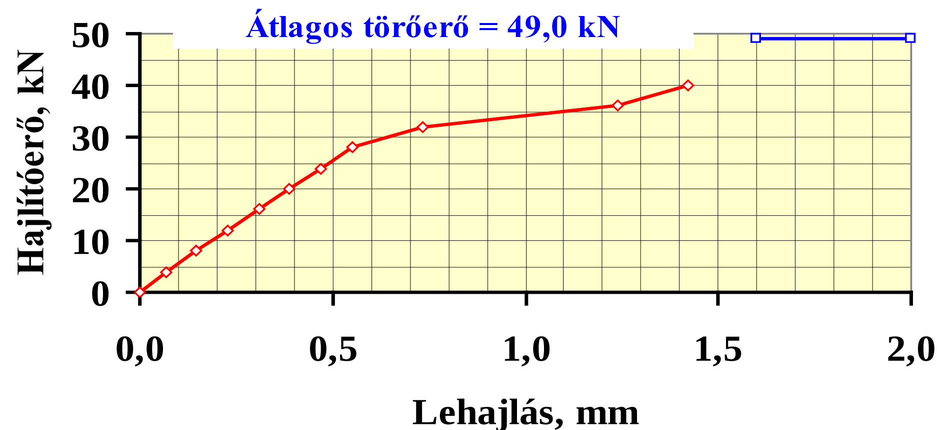
Gyártó: Dolomit Kft., Gánt

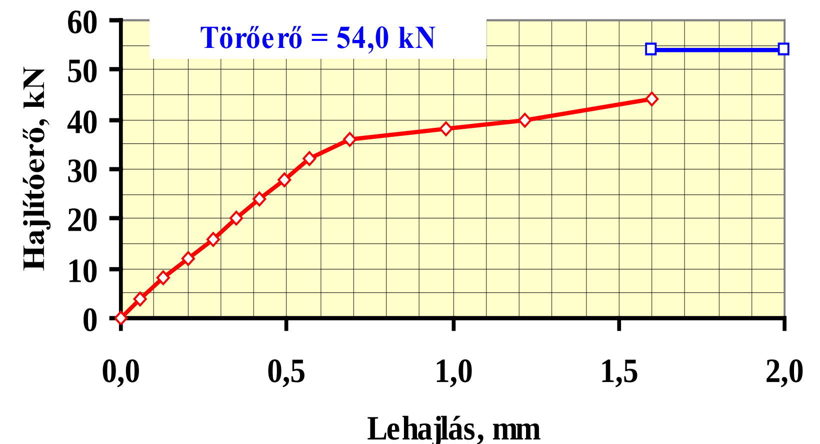
Hajlítóerő kN	Gánti vasbeton folyóka elemek megnevezése, típusa				
	„Vasalt-1”	„Vasalt-2”	„Vasalt-3”	„Vasalt-4”	„Vasalt-átlagos”
	Lehajlás támaszközépen, mm				
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,070	0,060	0,070	0,070	0,067
8	0,160	0,130	0,150	0,150	0,147
12	0,250	0,200	0,235	0,220	0,226
16	0,340	0,285	0,310	0,310	0,311
20	0,420	0,350	0,390	0,385	0,386
24	0,500	0,425	0,460	0,485	0,467
28	0,585	0,495	0,550	0,575	0,551
29	—	—	0,555	—	—
31	—	—	—	1,100	—
32	0,705	0,570	0,605	1,050	0,732
34	1,070	—	—	—	—
36	1,220	1,230	1,180	1,330	1,240
38	1,280	—	—	—	—
40	1,44	1,320	1,360	1,570	1,422
Törőerő, kN					
	48,7	47,0	53,6	46,8	49,0

Hajlítóerő kN	Szálerősítésű beton, vasbeton és vasalatlan folyóka elemek megnevezése, típusa				
	„Poli-propilén-1”	„Poli-propilén-2”	„Poli-propilén-átlagos”	„Poli-propilén +vasalt”	„Vasalatlan”
	szálerősítésű beton és vasbeton				
	Lehajlás támaszközépen, mm				
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,095	0,090	0,092	0,060	0,100
8	0,215	0,175	0,195	0,130	0,185
12	0,330	0,260	0,295	0,205	0,310
16	0,420	0,340	0,380	0,280	0,400
20	0,520	0,430	0,475	0,345	0,490
24	0,610	0,510	0,560	0,420	0,590
28	0,700	0,590	0,645	0,490	0,710
29	—	—	—	—	0,800
32	0,800	0,760	0,78	0,570	—
36	—	—	—	0,690	—
38	—	—	—	0,98	—
40	—	—	—	1,22	—
44	—	—	—	1,600	—
Törőerő, kN					
	34,0	33,0	33,5	54,0	30,0

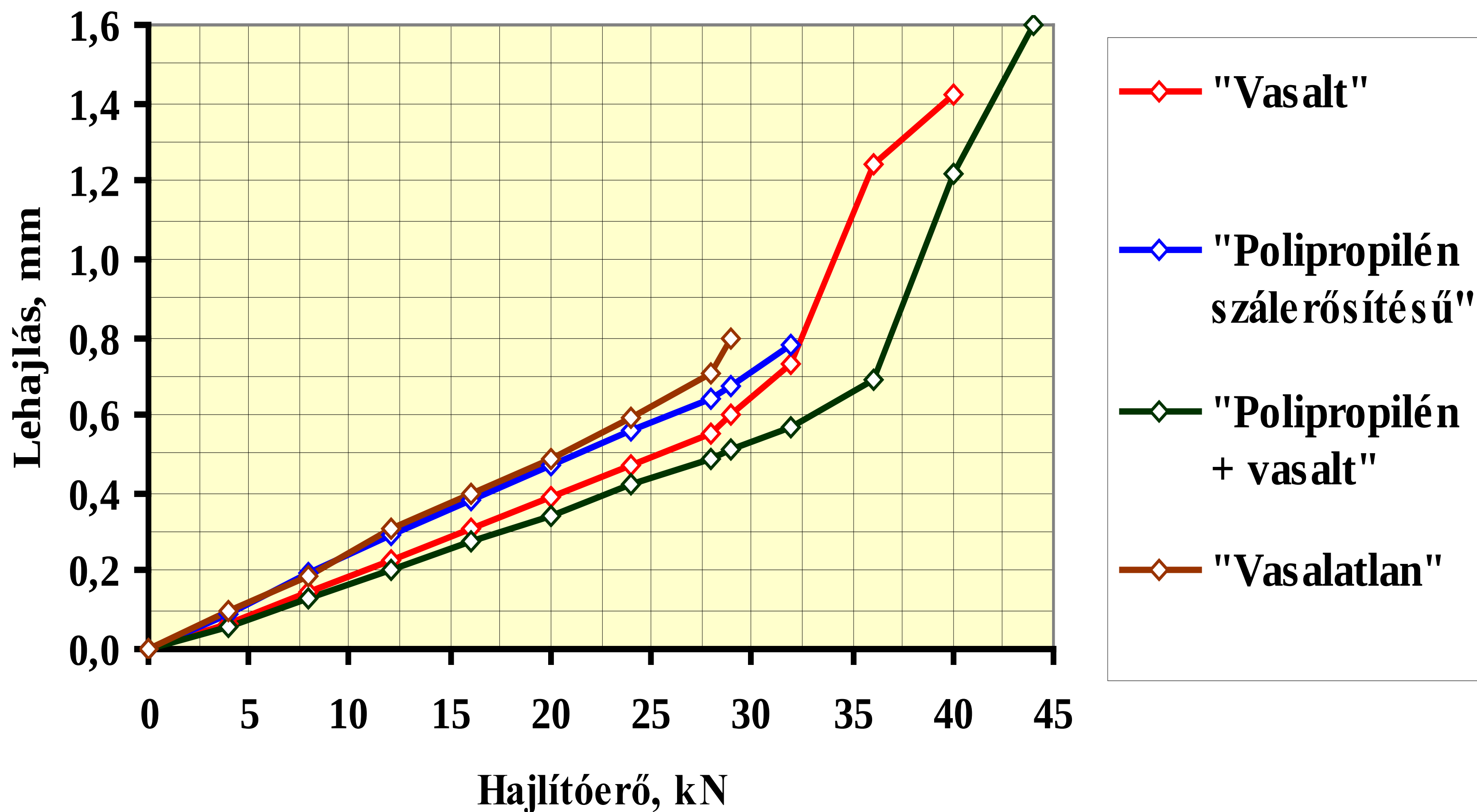

Gánti "Vasalatlan"
beton folyóka elem hajlítóerő-lehajlás ábrája
Törőerő = 30,0 kN
Hajlítóerő, kN
Lehajlás, mm
0
5
10
15
20
25
30
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0


Gánti "Polipropilén-1" szálerősítésű
beton folyóka elem hajlítóerő-lehajlás ábrája
Törőerő = 34,0 kN
Hajlítóerő, kN
Lehajlás, mm
0
10
20
30
40
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0


Gánti "Vasalt-átlagos"
vasbeton folyóka elem hajlítóerő-lehajlás ábrája
Átlagos törőerő = 49,0 kN
Hajlítóerő, kN
Lehajlás, mm
0
10
20
30
40
50
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0


Gánti "Polipropilén+vasalt" szálerősítésű
vasbeton folyóka elem hajlítóerő-lehajlás ábrája
Törőerő = 54,0 kN
Hajlítóerő, kN
Lehajlás, mm
0
10
20
30
40
50
60
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0

Gánti beton folyóka elemek összehasonlító lehajlás-hajlítóerő ábrája

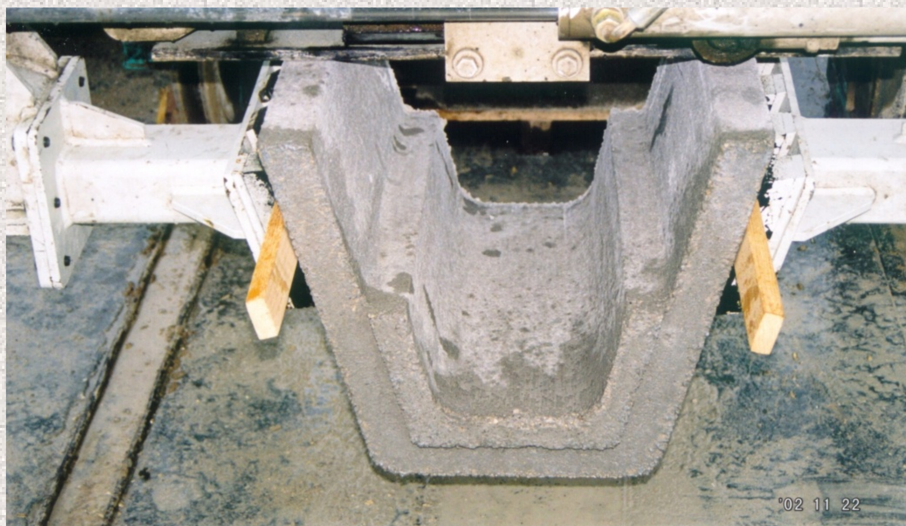


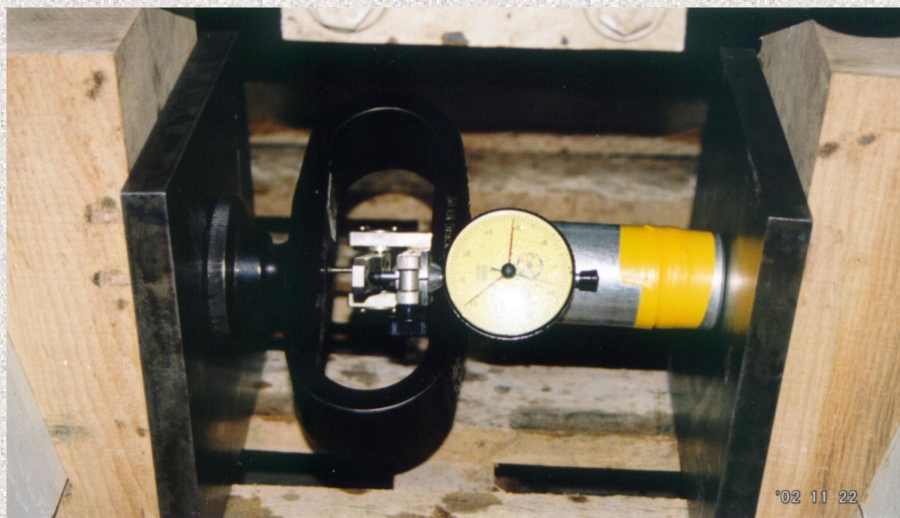


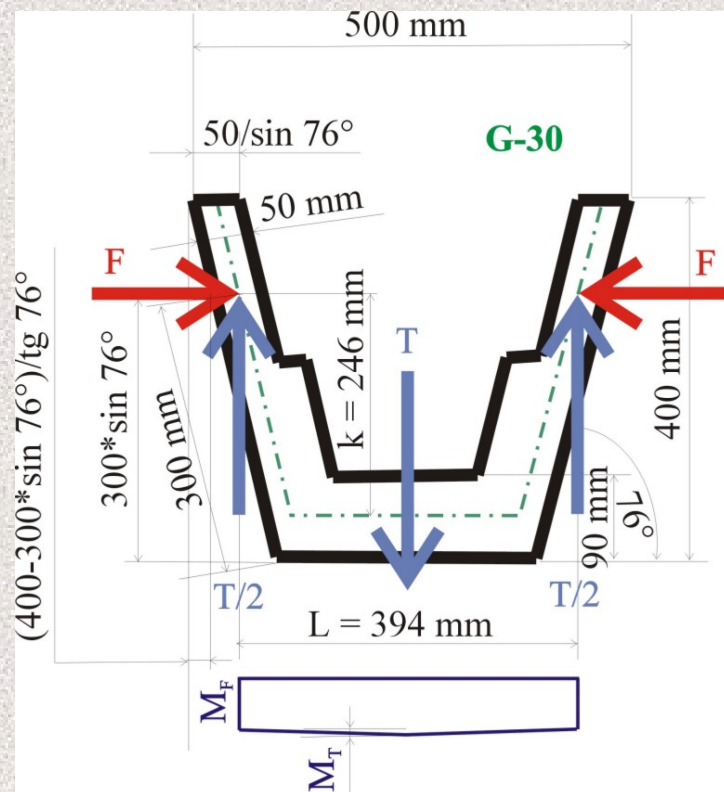
Előregyártott beton mederburkoló elemek az útmenti vizek elvezetésére.

A beton nyomószilárdsági osztálya C30/37.

Gyártó: Dolomit Kőbányászati Kft., Gánt







Előregyártott beton mederburkoló elemek törési kísérlete.

Gyártó: Dolomit Kőbányászati Kft., Gánt

G-30 jelű, 28 napos korú dolomitbeton mederburkoló elem törőerejének és hajlító-húzószilárdságának meghatározása

Elem	Elem	Méret		Mano-méter	Törőerő, F		Törőnyomaték, M		Hajlító-húzószilárdság	
jele	tömege	Törőerő	Támaszköz	Leol-vasás	50 %-os	95 %-os	50 %-os	95 %-os	50 %-os	95 %-os
	T	karja, k	L	p	valószínűségi szinten		valószínűségi szinten		valószínűségi szinten	
	kg	mm		bar	kN		N.m		N/mm^2	
G-30/1	86	246	394	150	20,198	19,615	5053	4910	7,49	7,27
G-30/2	85	246	394	146	19,638	19,063	4915	4773	7,28	7,07
G-30/3	87	246	394	158	21,318	20,719	5330	5183	7,9	7,68
G-30/4	85	246	394	138	18,518	17,959	4639	4502	6,87	6,67
G-30/5	86	246	394	144	19,358	18,787	4847	4706	7,18	6,97
Átlag	85,8				19,806	19,229	4957	4815	7,34	7,13
Szórás					1,040	1,025	257	253	0,38	0,38
Minősítési érték: Átlag - 2,04*szórás =					17,684	17,137	4434	4299	6,56	6,36

A törőerő és a hajlító-húzószilárdság számításának összefüggései

$\text{Törőerő}_{50\%} = F = 0,140 \cdot p - 0,8018$

$\text{Törőerő}_{95\%} = F = 0,138 \cdot p - 1,0847$

$\text{Törőnyomaték} = M = M_F + M_T = F \cdot k + T \cdot L/400$

$\text{Hajlító-húzószilárdság} = 1000 \cdot M \cdot 6/(a \cdot b^2)$

ahol:

$k = 300 \cdot \sin 76° - 90/2 = 291 - 90/2 = 246$ mm

$L = 500 - 2 \cdot ((400 - 300 \cdot \sin 76°)/\mathrm{tg}\ 76° + 50/(2 \cdot \sin 76°)) = 394$ mm

az elem hossza = a = 500 mm

az elem fenék vastagsága = b = 90 mm



Előregyártott beton mederburkoló elemek fedlapja.

Gyártó: Dolomit Kőbányászati Kft., Gánt





Ipari betonpadlóburkolat

Általában acélszál-erősítésű betonból készül.
Az emelőtargoncát a padlóba épített vezetéken keresztül irányítják.





Az **EIPE Esztrich és Ipari Padló Egyesület** 2017-ben elkészítette a **„Padló MI 02:2018 Műszaki Irányelv. Ipari Padlók. Padozati anyagok, rétegek, tulajdonságok, követelmények”** című ipari padló műszaki irányelvet.

Az EIPE ipari padló műszaki irányelv **alkalmazási területe:** Talajon fekvő, rugalmas ágyazású, valamint vasbeton födémként alkalmazott beltéri, burkolatlan vagy burkolásra kerülő betonpadlók. A vasbeton födémként vagy alaplemezként alkalmazott szerkezetek felületképzése lehet ipari padló jellegű.

Az ipari padló betonjának **nyomószilárdsági osztálya** az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti C25/30 – C50/60 közé tartozzon, de kéregerősítéssel ellátott ipari padlóknál ne legyen nagyobb, mint C35/45.

A beton átlagos **hajlító-húzószilárdsága** az ipari padló terhelésétől, vastagságától és az alépítménytől függően_3-4 N/mm^2 vagy 4-5 N/mm^2 esetleg > 5 N/mm^2 legyen.

A beton hajlító-húzószilárdságát az MSZ EN 12390-5:2009 szabvány szerint kell meghatározni általában a beton 28 napos korában, kétpontos terheléssel. E műszaki irányelv szerint a hajlító-húzószilárdság vizsgálatára a sablonban készült, végig vízben tárolt 150x150x600 mm mértetű hasáb alakú próbatest használata ajánlott, amelyet 450 mm fesztávolságon kell hajlítani.

A szálerősítéses betonból készült ipari padlók esetében a vonatkozó MSZ EN 14889-1:2007 (acélszál) és MSZ EN 14889-2:2007 (műszál) szabványok előírásait be kell tartani.

A szálerősítés hatását az MSZ EN 14845 szabvány és a RILEM TC 162-TDF. 2003. szerinti gerendakísérlettel, tehát az adott száltípusra jellemző erő-repedésmegnyílás görbével (CMOD, azaz Crack Mouth Opening Distance) kell meghatározni. A mért erőértékekből számítható a repedés kialakulása után maradó hajlító-húzószilárdság és a padló hajlítási teherbírása. Ez a követelmény az ipari padlóknál szükséges a rendeltetésszerű használat és a megfelelő tartósság biztosítása érdekében.

Ipari betonpadló felületi, illetve rétegek közötti tapadó-húzószilárdsága (műgyantaburkolat esetén, műgyanta burkolatok műszaki irányelvei szerint) feleljen meg az MSZ EN 13813:2003 szabvány 5.2.12. szakasz szerinti B1 – B2 osztálynak. Vizsgálati módszer az MSZ EN 13892-8:2003 szerint.

Ipari padló beton repedéstágassága: repedésmentes betonpadló építése nem várható el. A 0-0,4 mm közötti repedések nem kifogásolhatóak. A 0,4-1,0 mm közötti repedések használattól függően javítandóak. Az 1,0 mm-nél szélesebb repedések javítandók (az üzemi rendeltetésszerű használathoz szükséges helyreállítás).

8.6. A hálós (mikro-repedés) repedések kialakulása a kéregerősített ipari padlók esetében természetes jelenség, ezen repedések a beton és a kéregerősítő habarcs különböző zsugorodási hajlamából fakadnak. Ezen ún. hálós repedések nem kifogásolhatók, ha tágasságuk 0,4 mm alatti, csak a felületet érintik, azaz nem hatolnak be a betonkeresztmetszetbe és nem okoznak kéregfelválást.

Az ipari padló természetes tulajdonsága a táblaszélek felhajlása (táblagörbülés, tálasodás), mely főleg a száradási zsugorodási jelenség következménye.

Ipari betonpadló csúszási ellenállása egyedi követelménynek feleljen meg. Javasolt az ellenőrző mérések MSZ 18290-6:1985 szabvány szerinti SRT ingával történő végzése. E műszaki irányelv szerint ajánlott csúszóssági osztályok a következők:

Csúszóssági osztály	SRT-érték MSZ 18290-6:1985 szerint meghatározva
Igen csúszásveszélyes	< 40
Csúszásveszélyes	40-től 55-ig
Kissé csúszós	55 felett 65-ig
Csúszásbiztos	65 felett 80-ig
Igen csúszásbiztos	> 80

MEGJEGYZÉS: Az MSZ 18290-6:1985 szabvány szerint az SRT-inga csúszógumijának mérete 76,5±0,5 – 25±0,5 mm, a súrlódási úthossz a vizsgált felületen 125_{0}^{+4} mm. Az MSZ 18290-6:1985 szabvány szerinti vizsgálathoz nagyon hasonlít az MSZ EN 13036-4:2012 szabványban leírt vizsgálati módszer, amely szerint az SRT-inga szélesebb csúszógumijának mérete 76,2±0,5 – 25,4±1,0 mm, és a hozzátartozó súrlódási úthossz a vizsgált felületen 126±1,0 mm. Az MSZ EN 13036-4:2012 szabványban a C-skálán leolvasott SRT-értéket PTV-értéknek nevezik.

Magyarországon az első betonburkolatú autópálya megépítésétől (1927, Tát és Nyergesújfalu közötti 3 km hosszú út) az M7-es megépítéséig jelentős mennyiségben készültek betonutak, melyek összes hosszúsága az 1950-es évek elejére meghaladta az 1200 kilométert. Az M7-es 1975-ig átadott szakaszának meghibásodásaiból levont téves következtetések miatt azonban a betonburkolatok építése teljesen abbamaradt a közúthálózaton, s ezzel együtt megszakadt ezen burkolattípus tervezésének, kivitelezésének elméleti és gyakorlati fejlődése. Ugyanakkor a repülőterek kifutópályái és az ipari területek térburkolatai továbbra is betonból épültek.

A gyorsan növekvő nehézgépjármű-forgalom és az egyre magasabb nyári hőmérséklet miatt az aszfaltburkolatú útszakaszokon látványos nyomvályúk alakultak ki, ami arra késztette a szakembereket, hogy a fenti hatásoknak jobban ellenálló pályaszerkezet-variánsokat dolgozzanak ki. Így az 1975 óta tartó hosszú szünet után, 1997-ben laboratóriumi előkísérletekkel megkezdődött a beton útburkolatok építésének és szabályozásának előkészítése, melynek első eredménye két évvel később, a 7538-as jelű út Lenti–Letenye közötti próbaszakaszának elkészítése volt. E kísérleti szakasz burkolatának főbb mutatói: 22 cm hagyományos betonburkolat, 22 cm "mosott" felületű betonburkolat, 17 cm folytonosan vasalt betonburkolat, 20 cm modifikált bitumenes aszfaltburkolat, ezek alatt pedig 15 cm *ckt* cementstabilizációs alapréteg és 10 cm homokos kavics védőréteg.

Forrás: http://maesholnap.hu/20060719-122152 2006.07.19.

Ma & Holnap



ckt = cementkötésű teherhordóréteg

A ckt cementtel stabilizált homokos kavics, tulajdonképpen „sovány beton” útalapok építéséhez. Konzisztenciája földnedves, nem szivattyúzható, nem szállítható mixerrel, a szállítóeszközből billentéssel üríthető. Tömörítéséhez lapvibrátor, úthenger szükséges.

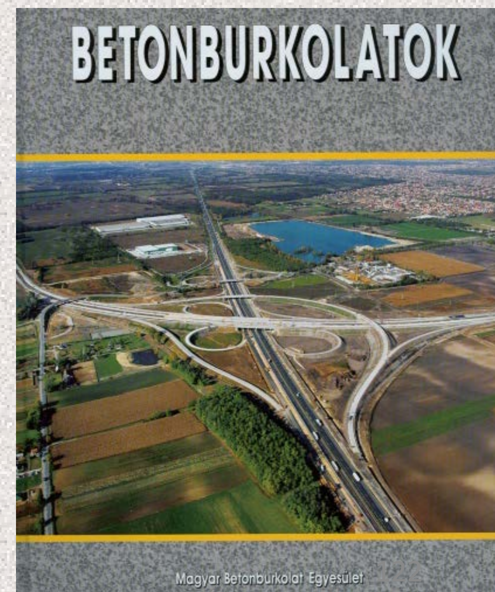


2.1 táblázat. *A* betonburkolatú útépítés Magyarországon 1927–2010-ig

Építési időszak	**Épített útszakasz**			**Építési sebesség [km/év]**
	hossza	**betonburkolatának**		
	[km]	**szélessége [m]**	**vastagsága [cm]**	
1927–1935	320	5,5–6	12, 16	35,6
1936–1943	626	6	12, 13	69,6
1947–1962	489	6–6,5–7	13, 15, 18	32,6
1962–1975	193	7,5–8,5	20, 22, 24	14,8
1999–2010	108	6, 7, 11	17, 20, 22, 26	9,8
Összesen	*1736*			*32,7*

5.2. táblázat. A merev pályaszerkezetek felépítése

Réteg megnevezése	**Betonburkolatú**	**Kompozitburkolatú**
	pályaszerkezet	
burkolat	betonburkolat	aszfalt kopóréteg, alatta SAMI
		beton teherviselő lemez
alapréteg	1. (felső) alapréteg	
	2. (alsó) alapréteg	
földmű felső 1 m-e	védőréteg	
	töltés vagy bevágás eredeti vagy cserélt talajrétege	
földmű alatti talaj	töltés alatti talaj, bevágásban a védőréteg vagy javított talajréteg alatti talaj	



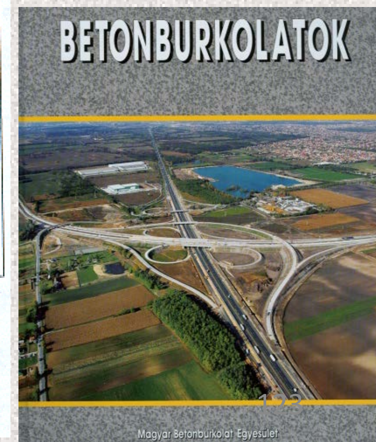
Hossz 2 forgalmi sávos útban számolva [km]

2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0

1927 1935 1943 1947 1962 1975 1999 2010

320
946
946
1435
1628
1628
1736

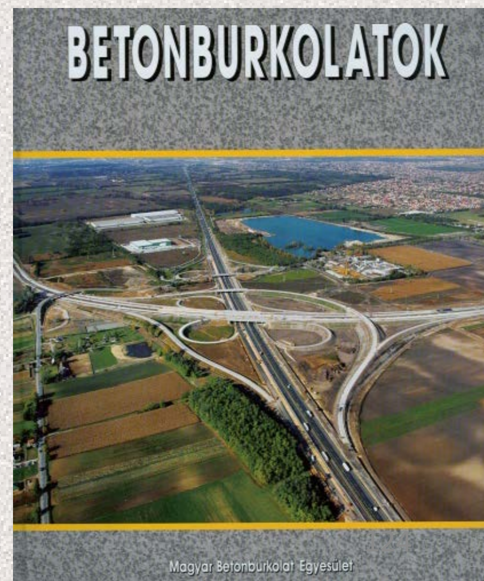
2.3. ábra. A magyarországi betonútépítés fejlődési ütemének dinamikája az 1927–2010-ig terjedő időszakban



F1.7. táblázat. 1949–1960-ig épített magyarországi katonai repülőterek betonburkolatai

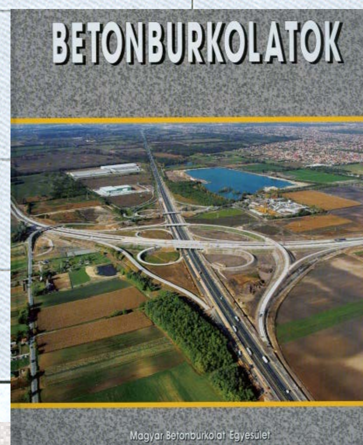
Megnevezése és száma	Pályaburkolatok építése		Burkolatok felújítása		Futópálya mérete 2011-ben [m]	
	Év	Beton-burkolat [em³]	Év	Beton-burkolat [em³]	Hossza	Szélessége
Pápa G II.[(1), (2)]	*1948–50*	*60*	*1984–85*	*60*	*1700*	*80*
Pápa G II.[(1), (2)]	*1948–50*	*60*	*1984–85*	*60*	*2400*	*60*
Tököl G III.	1949–50	85	1986–87	58,7	2500	60
Debrecen G VI. [(3)]	*1950–53*	*65*	*1975–76*	*45*	*2500*	*70*
Debrecen G VI. [(3)]	*1950–53*	*65*	*1975–76*	*45*	*2500*	*45*
Kunmadaras G V.	1950–51	70	1983	52,5	2500	70
Taszár G IV.	1950–51	60	1982	42,5	2500	60
Taszár G IV.	1950–51	60	1989–90	20	2500	60
Kecskemét G VIII. [(2)]	*1951*	*90*	*1983*	*47*	*2580*	*60*
Kiskunlacháza G X.	1950–52	80	1988–89	64	2500	45
Kiskunlacháza G X.	1950–52	80	1988–89	64	2500	Gurulóút 20
Szolnok G XI. [(2)]	*1951*	*60*	*1992*	*Aszfalttal burkolták*	*2500*	*45*
Kalocsa G IX.	1952–53	60	1982	9	2650	60
Kalocsa G IX.	1952–53	60	1982	9	Ebből betonfelület 500 m	60
Sármellék G XVIII. [(3)]	*1951–52*	*65*	*1981*	*42*	*2500*	*60*
Szentkirályszabadja G VII.	1952–53	65	1980	Aszfalttal burkolták	2000	60
Mezőkövesd G XX.	1955–56	120			3500	80
Mezőkövesd G XX.	1959–60	120			3500	80

Kausay



F1.8. táblázat. A Ferihegyi – 2011-től Liszt Ferenc – nemzetközi repülőtér fejlődése

A fejlesztés ütemei	Pályaburkolat építése		Pályaburkolat felújítása		Futópálya méretei [m]	
	Építés éve	Beton-burkolat [em³]	Felújítás éve	Beton-burkolat [em³]	Hossza	Szélessége
Ferihegy (G1): katonai célú 15 cm vtg. betonburkolattal	1939–40	2			800	12
Ferihegy 1: 30 cm vtg. futópálya és gurulóutak, betonburkolattal	1948–50	79			2500	60
Ferihegy 1: 30 cm vtg. futópálya 510 m-es hosszabbítása, gurulóút, forgalmi előtér, gépállóhelyek	1957–65	30	1986–90	97	3010	60
Ferihegy 1: Forgalmi és műszaki előtér bővítések 24 cm, 30 cm, 40 cm vastag betonburkolattal	1972–79	61				
Ferihegy 2A: 40 cm vtg. II. futópálya, gurulóutak, előterek betonburkolattal	1980–83	219			3700	60
Ferihegy 2B forgalmi előtér bővítése 35 cm vtg. betonburkolat	1990–98	56				
Ferihegy 2B: forgalmi előtér bővítése 35 cm vtg. betonburkolat	2009–10	27				





6. ábra: CMI gyártmányú betonozó gépláncа a Ferihegyi második futópálya betonozásánál

Forrás: http://www.betonopus.hu/notesz/liptay-betonutak-60.pdf

A beton és az aszfalt útburkolatok között több különbség van. **A beton útburkolat merev, míg az aszfalt rugalmas szerkezet. A merev és rugalmas kifejezések jól érzékeltetik, hogy ezek az útburkolatok miként reagálnak a forgalom okozta terhelésre és a környezetre. A rugalmas útburkolat aszfalt futófelületből áll, amit egy közvetlen alaprétegre és egy alsó alapozó rétegre húznak rá. Ezeket a rétegeket – melyek általában kavicsból vagy kőzúzalékból készülnek – tömörített alapra (tömörített talajra) fektetik. Ezzel szemben a merev útburkolatok betonból készülnek, és a futófelület, valamint a tömörített alap között csak egy köztes réteg, az úgynevezett közvetlen alapréteg található.**

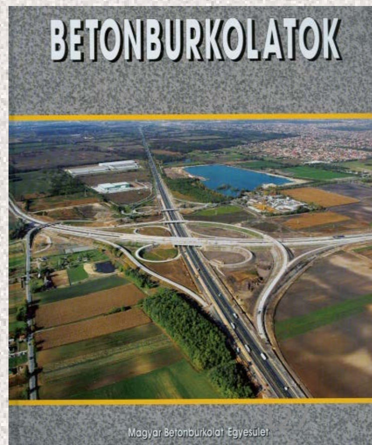
A merev útburkolat, a beton merevsége és szilárdsága miatt, a terhelést a tömörített alap nagy felületére viszi át. Ennélfogva rendkívül tartós és szerkezeti épsége tovább tart, a fékút rövidebb. A rugalmas útburkolat (aszfalt), mely alapvetően gyengébb és kevésbé szilárd anyagból készült, nem osztja el a terhet olyan jól, mint a beton. Ezért a rugalmas útburkolatok általában több és nagyobb vastagságú alsó réteget igényelnek ahhoz, hogy a terhet optimálisan vigyék át a tömörített alapra.



5.2. táblázat. A merev pályaszerkezetek felépítése

Réteg megnevezése	Betonburkolatú	Kompozitburkolatú
	pályaszerkezet	
burkolat	betonburkolat	aszfalt kopóréteg, alatta SAMI
		beton teherviselő lemez
alapréteg	1. (felső) alapréteg	
	2. (alsó) alapréteg	
földmű felső 1 m-e	védőréteg	
	töltés vagy bevágás eredeti vagy cserélt talajrétege	
földmű alatti talaj	töltés alatti talaj, bevágásban a védőréteg vagy javított talajréteg alatti talaj	

Kausay



Több évtizedes példákkal alátámasztott tény, hogy a betonút nemcsak gazdaságos és környezetbarát megoldás, de az utat használóknak is közvetlen előnyöket kínál. A beton egyik legismertebb előnye, hogy rendkívül tartós. E tulajdonsága következtében a betonúton közlekedőknek több az esélye, hogy útépítések és útkarbantartások miatti forgalomkorlátozások nélkül érjék el úti céljukat. Míg egy magas műszaki tartalommal rendelkező aszfaltburkolat élettartama legfeljebb 17 év, addig a megfelelően elkészített betonburkolaté ennek kétszerese. A beton útburkolaton nem képződik nyomvályú (nagyobb tengelysúly-terhelés lehetősége), és ezen a burkolaton tehergépkocsiknál jelentős, 8 és 20 százalék közötti üzemanyag-megtakarítás érhető el. Az aszfalt pályaszerkezetű utak burkolatát 5-10 évente kell felújítani, a betonutakon 3-8 évente csak a hézagkiöntéseket kell javítani, nagy felújításra pedig 25-30 év után van szükség.

Az aszfaltburkolatú utakon kialakuló deformációk miatt jelentősen nő a balesetveszély (jegesedés, megvezetés, fékútcsökkenés, aquaplaning, futómű-szerkezeti meghibásodás, komfortérzet hiánya, állandó sebességkorlátozás).

A beton útburkolat ellenáll a bitument károsító oldószereknek, üzemanyagoknak, és javítja a gépkocsivezetők számára az éjszakai látási viszonyokat, hiszen a beton természeténél fogva világosabb színű, és jobban veri vissza a fényt egy járműről vagy egy lámpaoszlopról, mint a sötétebb aszfalt útburkolat. Kényelmesebb utazást biztosít, a zajszintet jelentősen nem növeli.

A betonburkolat hátrányai között említhetjük ugyanakkor, hogy a kivitelezése nagyobb technológiai fegyelmet igényel, költséges bedolgozógép szükséges a megépítéséhez, javítása időigényesebb és nehezebb, a hézagokat pedig rendszeresen karban kell tartani.

Mindemellett érdemes megemlíteni, hogy a betonburkolatok élettartama is véges, ezért a jövőben fontos szerepet kaphat a pályalemezből visszanyert beton újrafelhasználása. Ausztriában már nagy mennyiségű, ún. másodbeton felhasználására került sor az A1-es autópálya felújítása során, ahol a kétrétegű betonburkolat alsó rétegébe építették be a feltört régi burkolat betonját. Így nem kellett elszállítani a rengeteg törmeléket, csökkenteni lehetett az egyre értékesebb nyersanyagok (kavics, zúzottkő) mennyiségét, továbbá lehetőség nyílt arra, hogy a veszélyes hulladéknak számító mart aszfaltot adalékanyagként hasznosítsák a betonszerkezetben.

Köszönöm a szíves figyelmüket…